

A TISZA ÉS VÍZ- RENDSZERE



MAGYARORSZÁG AZ EZREDFORDULÓN

TERÜLETFEJLESZTÉS



A Tisza és vízrendszere

I. kötet

Prof. Dr. J. Kőrösi

Magyarország és a Tisza vízrendszere

1952. évi kiadás

Magyar Könyvtár

1952. évi kiadás

Magyar Könyvtár

1952. évi kiadás

1952. évi kiadás

1952. évi kiadás

1952. évi kiadás

1952. évi kiadás

Magyarország az ezredfordulón
Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián
IV. program: A területfejlesztési program tudományos alapozása
4. alprogram: A Tisza

Programvezetők
Enyedi György és Teplán István

Sorozatszerkesztő
Glatz Ferenc

Olvasószerkesztő
Péterfi András

Magyarország az ezredfordulón
Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián
IV. program: A területfejlesztési program tudományos alapozása
4. alprogram: A Tisza

A Tisza és vízrendszere

I. kötet

Szerkesztette
Teplán István

Budapest 2003
MTA Társadalomkutató Központ

© Alföldi László, Ambrus András, Aradi Csaba, Csatári Bálint, Csányi Béla,
Csordás László, Dévai György, Fazekas István, Fehér Alajos, Félegyházi Enikő
Gallé László, Gőri Szilvia, Guti Gábor, Hock Béla, Jolánkai Géza, Juhász Péter,
Kavrán Viktória, Kerényi Attila, Kiss Atilla, Kovács András Donát, Kovács Tibor,
Körmöczy László, Lengyel Szabolcs, Lóki József, Makra Orsolya, Margóczy Katalin,
Mándoki Mónika, Michalkó Gábor, Nagy István, Nagy János, Németh József,
Németh Tamás, Pataki Beáta, Pásztor László, Schweitzer Ferenc, Somogyi Sándor,
Szabó György, Szabó József, Szabó Szilárd, Szalai Sándor, Varga Zoltán, Váradi József,
Várallyay György, Vörös Lajos, Zsuga Katalin

ISBN 963 508 394 7 ö

ISBN 963 508 395 5

ISSN 1419-3507

A kéziratot gondozta:

Hárs Titanilla

Kiadja az

MTA Társadalomkutató Központ

Kiadásért felel: Glatz Ferenc, a Nemzeti Stratégiai Kutatási Program elnöke

A borítót Kunkovács László fotóinak felhasználásával Abinéri Gábor készítette.

Nyomdai előkészítés: AbiPrint Bt., Budapest

Nyomdai munkálatok: Folpress Nyomdaipari Kft.

Felelős vezető: Várlaki Imre

Megjelent 19 A/5 ív terjedelemben 1700 példányban

Tartalom

I. kötet

GLATZ Ferenc: Előszó. A Tisza és Akadémiánk	11
A vízgazdálkodás becsületének helyreállítása: 1997 11 • Tisza-programok 12 • Eredmények, tervek 13	
1. rész	
A TISZA FÖLD- ÉS VÍZRAJZA	
SOMOGYI Sándor: A Tisza vízgyűjtőjének földrajzi helyzete	17
FÉLEGYHÁZI Enikő–LÓKI József–SZABÓ József: A folyó őstörténete, a mai Tisza kialakulása az Alföldön	29
ALFÖLDI László–SCHWEITZER Ferenc: A Tisza vízrendszerének földrajzi és hidrológiai jellemzése	41
SZALAI Sándor: A folyó vízgyűjtőjének éghajlati viszonyai	53
Éghajlati áttekintés 53 • Hosszú adatsorok 58 • Aszályosság 58 • Árvíz 61 • Extrémérték-analízis 63 • Kitekintés 64	
NÉMETH Tamás–PÁSZTOR László–SZABÓ József–VÁRALLYAY György: A vízgyűjtő talajai	67
A Tisza folyó környezete 67 • Magyarország 69 • Románia 83 • Ukrajna 84 • Szlovákia 87	
SOMOGYI Sándor: A Tisza és az ember	91
SCHWEITZER Ferenc: Folyóink hullámtereinek fejlődése, kapcsolatuk az árvizekkel és az árvízvédelmi töltésekkel	107
Egy mai probléma történelmi gyökerei 107 • Gátépítés vagy a hullámterek bővítése? 112	

VÁRADI József–NAGY István: A Tisza-völgy vízgazdálkodásának jövőképe	117
Árvízi mederrel kapcsolatos folyamatvizsgálatok 118 • Az árvízi meder területének változása 121 • Mesterséges létesítmények az árvízi mederben (nyárigátak, épületek, utak, hidak stb.) 121 • Hullámtéri területek használata 123 • Középvízi meder 127 • Öv- zátonyképződés 127 • A hullámtér feliszapolódása 129 • A Tisza- vízgyűjtő folyamatvizsgálatai 130	

MICHALKÓ Gábor: A Tisza vízgyűjtőjének idegenforgalma	133
A vízgyűjtő turisztikai értelmezése 133 • A turizmus területi rendszere és folyamatai a Tisza vízgyűjtőjén 134 • A vízgyűjtő te- lepüléseinek idegenforgalmi értékelése 137 • A vízgyűjtő terület idegenforgalmi vonzerői 139 • A Tisza mint önálló vonzerő 143	

2. rész

VÍZMINŐSÉG ÉS KÖRNYEZETVÉDELLEM

ZSUGA Katalin: A Tisza vizének minősége	151
A Tisza vízgyűjtőterületének jellemzése, környezetvédelmi, ökoló- giai problémák 151 • A vízminőség alakulása 152 • A biológiai víz- minőség alakulása 159 • Tavak, holtágak, víztározók 164 • További feladatok 166 • Vízellátás, csatornázás, szennyvízelhelyezés 167 • Vízfolyások szennyezőanyag-terhelése 168 • Felszín alatti vizek állapota 174 • Talajvizek 175 • Parti szűrésű vízkészletek 176 • Rétegvizek 176 • Termálvizek 176 • A felszín alatti vízbázisok védelmével kapcsolatos feladatok 177 • Hulladékgazdálkodás 178 • Veszélyes hulladékok 178 • Települési vagy kommunális hulla- dékok 179 • Országos Hulladékgazdálkodási Terv 180	
GUTI Gábor–ZSUGA Katalin: Biológiai vízminősítés és vízminőségi célállapot (EU Vízkormányelv)	185
Biológiai vízminősítő rendszerek Magyarországon 186 • A VKI szempontjainak megfelelő halbiológiai megfigyelőrendszer 191 • A tiszai halállomány vizsgálata 193	
CSÁNYI Béla–JUHÁSZ Péter–KOVÁCS Tibor–NÉMETH József– VÖRÖS Lajos–AMBRUS András–KAVRÁN Viktória:	
Az EU Vízkormányelv és a Tisza magyarországi szakaszának biológiai monitorozása	205
Az EU Vízkormányelv előírásai 207 • A biológiai monitorozás eddiggi gyakorlata a Tiszán 211 • A szaprobitás és az a-klorofill-	

koncentráció a Tiszán 1999 és 2001 között 212 • A Víz Keret-
irányelv követelményeihez illeszthető biológiai monitorozás a
Tiszán 215 • Vízi növényzet (fitoplankton, fitobentosz, makro-
fiton) 215 • A Tisza jellemzése a fitoplankton monitorozása alap-
ján 216 • Tisza 217 • Tisza menti természetvédelmi területek
egy víztereinek kvalitatív algológiai vizsgálata 219 • Makro-
zoobenton 222 • A Tisza jellemzése a makrozoobenton monitoro-
zása alapján 223 • Összefoglalás 228

JOLÁNKAI Géza–HOCK Béla–PATAKI Beáta–MÁNDOKI Mónika:

Vízminőség és terhelhetőség 237
Mintavételi helyek és rendelkezésre álló adatbázisok 240 • Víz-
minősítés 240 • Időbeli változások értékelése 251 • Anyagmérle-
gek 254 • Összefoglalás 259

ARADI Csaba–LENGYEL Szabolcs: A Tisza mente természetvédelme
és környezetvédelme 263

Természet- és tájvédelem 263 • Környezetvédelem 269

ARADI Csaba–GŐRI Szilvia–LENGYEL Szabolcs: Az Egyek–Pusztakőr-si
mocsárrendszer 277

Természetvédelmi kezelési elvek 277 • A mocsárrendszer jellem-
zése 280 • Térségi kapcsolatok helyreállítása 298

II. kötet

3. rész

A TISZA-VÖLGY ÉLŐVILÁGA

GALLÉ László: A Tisza biológiai kutatásának rövid története 13

A terület életföldrajzi képe és változásai 17

Az erdős hegyektől a mocsaras lapályig 17 • A Tiszai-Alföld bioló-
giai sokféleségének tényezői: erdők, gyepek, mocsarak 19 • A bio-
lógiai sokféleség életföldrajzi komponensei: flóra- és faunaele-
mek 33 • Vegetáció- és faunatörténeti vonatkozások 39 • Az
életföldrajzi kép mai változásai – természeti és emberi hatások 41

KÖRMÖCI László–MARGÓCZI Katalin–GALLÉ László: Élőhelytípusok, életközösségek és térképezésük a Tisza-völgy hazai szakaszán Az élőhely-típusok a 19. századi folyószabályozás előtt 43 • Lágyszárú növényzettel jellemezhető élőhelyek 44 • Mezőgazdasági területek 53 • Természetes erdőtípusok 53 • A Tisza menti élőhelyek térképi megjelenítése 59	43
GALLÉ László: A Tisza hullámtere mint ökológiai folyosó Az ökológiai folyosó fogalma és jelentősége 65 • A Tisza melléke, mint élőhelyfolyosó 74	65
MAKRA Orsolya–GALLÉ László: A hullámtéren kívüli élőhelyek és ökológiai hálózatuk A hullámterek és árterek kialakulása 91 • A mentett oldali területek szerepe, jelentősége 92 • A hullámtéren kívüli élőhelyek jellemzése 93 • A hullámterek és a mentett árterek tájökológiai kapcsolatai 105	91
A Tiszabecs és Kisköre közötti folyószakasz ökológiája Az ökológiai hálózat alkotóelemei 112 • A Tisza menti területek jelentősége az ökológiai hálózatban 113 • A Tisza mente ökológiai szempontú felmérésének első lépései 114 • A Tisza Tiszabecs és Kisköre közötti szakaszának jellemző területhasználati módok 115 • A Tisza Tiszabecs és Kisköre közötti szakaszának jellemző ökológiai értékkategóriái 118	111

4. rész

A TISZA KÖRNYEZETE, TELEPÜLÉS ÉS TÉRFEJLŐDÉS

CSATÁRI Bálint: A Tisza-vidék fejlesztésének általános kérdései, tényezői, lehetőségei 1. A Tisza, az Alföld ökológiai tengelye 129 • 2. A Tisza mint haváritényező 129 • 3. A Tisza mint vízrendszer és vízgazdálkodási tényező 129 • 4. A Tisza mint különlegesen kezelendő, sajátos, fenntartható agártér 129 • 5. A Tisza mint gazdaságfejlesztési tér 130 • 6. A Tisza, a természetközeli turizmus paradicsoma 130 • 7. A Tisza mint táji-szellemi, kulturális örökség 131 • 8. A Tisza mint hajózó út 131 • Befejezés – előretétekintés 131 • Zárógondolat 134	127
---	-----

NAGY János–FEHÉR Alajos: Két kiemelt gazdasági ág: a mezőgazdaság és a turizmus	137
Mezőgazdaság és erdőszet 137 • A mező- és erdőgazdálkodás jövője a Tisza-völgyben 143	
KISS Attila: A Tisza menti települések	149
Településhálózati jellegzetességek a Tisza mentén 149 • Válság- gócok statisztikai lehatárolása 156 • Regionális megosztottság a települési viszonyok tükrében 162 • Összefoglalás 167	
CSORDÁS László–KOVÁCS András Donát: Az idegenforgalom szerepe a térség életében	169
A Tisza vonzereje 169 • Az idegenforgalom helyzete a Tisza men- tén napjainkban 172 • A Tisza mentén élők véleménye az idegen- forgalommal kapcsolatos kérdésekről 175 • A turizmus fejleszté- se és jövőképe a Tisza völgyében 175	
KERÉNYI Attila–SZABÓ György–FAZEKAS István–SZABÓ Szilárd: Környezeti problémák és megoldási lehetőségek	179
Célkitűzés, módszerek 179 • Környezetvédelmi szabályozás a te- lepüléseken 179 • Környezetvédelmi prioritások az önkormány- zatok és a lakosság szerint 183 • A lakosság véleménye az önkor- mányzatok környezetvédelmi tevékenységéről 185 • Árvizek és belvizek hatásai a településekre 187 • Hulladékgazdálkodás a Tisza menti településeken 188 • Csatornázottság és szennyvíz- tisztítás a Tisza mentén 192 • A Tisza menti környezet szennye- zésérzékenysége 195 • A környezetvédelem főbb stratégiai fel- adatai a régióban 198	
Summaries	203
A kötet szerzői	217

A Tisza és Akadémiánk

(Előszó)

És jött a Tisza. 1999-ben, és azután 2000-ben is. Az árvizek mozgósították a lakosságot, a szakembereket.

A vízgazdálkodás becsületének helyreállítása: 1997

A vízgazdálkodási, a vízmérnöki szakembergárdát ismét kezdte értékelní a társadalmi közvélemény. „Ismét” – mondjuk –, mert a politikai rendszerváltás hevében a magyarországi vízgazdálkodást elsősorban negatív politikai (sőt szakmapolitikai) összefüggésben emlegették: a diktatúra által túlfeljesztett és korlátolt szempontokat követő technokrata-megalomániás politika tartozékaként beszéltek-írtak róluk. Ok: a szovjet rendszer megalomán természetátalakítási akciói valóban óriási károkat okoztak a természet világában. (Erről mi sokan beszéltünk, joggal, de – ma már látjuk hiányosságainkat is – arról nem, hogy a nyugati világban éppúgy megépültek a nagy víztározók, és más vitatható szerepű létesítmények.) A „Duna-gate”, vagyis a bős-nagymarosi erőmű építése a politikai rendszerváltás egyik vitakérdésévé emelkedett. A szovjet korszakban, mindenekelőtt a Szovjetunióban politikai megfontolások tolták háttérbe a szakmai szempontokat, amikor döntöttek a világszerte elhíresült Obi-tengerről, vagy az Aral-tó megcsapolásáról. 1989-ben ugyanígy a politika győzött a szakmai szempontok felett. Hozzá nem értő politikai mozgalmárok látták illetékesnek magukat, hogy politikai eszközökkel döntsének szakmai problémákról. Egyébként valóban nem tisztázott – tehát „problematikus” – kérdésekben. 1997. április 22-én megkíséreltük az áttörést megindítani a közgondolkodásban. Javasoltuk egy országos vízstratégia kimunkálását, amelynek gazdája legyen a Magyar Tudományos Akadémia. És legyen ezen áttörés része a vízgazdálkodási stratégiához kapcsolódó vízgazdálkodási kutatóbázis fejlesztése. Célkitűzésünk volt, hogy az 1989 előtti kutatóbázisból megmentjük, ami értékes és menthető, és az 1990-es évek nemzetközi fejlődését figyelembe véve új alapokat rakjunk le. Meg is indultak – az elnök vezetésével – az Akadémia és a kormány, valamint a Vízügyi Főigazgatóság közötti tárgyalások, és megindult – Somlyódy László vezetésével – a vízgazdálkodás akadémiai

kutatóbázisának kiépítése.¹ Az „akción” belül komplett Duna-terv kialakítása indult meg,² amelyet maga alá temetett az 1998. évi választásokon ismét a politika: mind a kormány, mind az ellenzék politikát „csinált” a dunai gátak építéséből. Természetesen ismét a kormány volt az „gátépítő” (a nemzetközi körülmények is efelé taszították), és az ellenzék a „környezetvédő”. 1998 februárja után – és a politikai választások után sem – Bős–Nagymarosról nem lehetett értelmesen beszélni. Azután jött a jugoszláv háború 1999 márciusában, és ez végleg megpecsételte a bontakozó nemzetközi Duna-programot. Elkészült a pécsi Regionális Kutatóközpont nagyszabású tanulmánya a Stratégiai Kutatások Programján belül,³ megindult Berczik Árpád vezetésével egy, a Duna-kutatást fejlesztő program, de a tudományos vállalkozásaink mögül kimozdult a politikai akarát. (A vízgazdálkodási országos stratégiai program elkészült Somlyódy László vezetésével.⁴) A bemutatást nagy ismerés követte mind a szakemberek körében, mind a közvéleményben. És létrejött, Somlyódy vezetésével, 2001-ben az új akadémiai kutatócsoport. Elejtettük a korábbi, sok érdemmel rendelkező mammutintézetet, a VITUKI „akadémizálásának” programját, de a Műegyetemmel kötött megállapodás keretében a szerény fejlesztés egy máris eredményes fiatal kutatócsapat toborzásával megtörtént.

Tisza-programok

Az akadémiai vízgazdálkodási program „következő” fázisának – 1999-től – lett volna része a „Tisza zöld folyosó”-téma kidolgozása. Ebben három kutatóhely együttműködésére számítottunk: a debreceni és szegedi egyetem tanszékeire, és a kecskeméti Alföldi Intézetre. (Ez utóbbi fejlesztése – az akadémiai intézet-konszolidációs és Alföld-fejlesztési program keretében – 1997-ben kezdődött meg.)

Ekkor jött a Tisza. Először 1999-ben, majd 2000-ben. A Stratégiai Kutatások Programbizottsága elhatározta egy széles körű Tisza-kutatási terv kialakítását. Az intézetkonszolidációs bizottság a Tisza-kutatás akadémiai fejlesztésére „kezdő” kisebb összegeket szavazott meg, mindenekelőtt a szegedi és

1 Glatz Ferenc: Vízgazdálkodás, kutatás, társadalom. 1997. március 2. In: *Tudománypolitikai reformról, Akadémiáról*. Budapest, 2002. pp. 318–333.

2 Uo. Hét pont a Dunáról. 1997. december 3. pp. 534–542.

3 Horváth Gyula (szerk.): *A magyarországi Duna-völgy területfejlesztési kérdései*. Magyarország az ezredfordulón. Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián VIII. A víz és vízgazdálkodás helyzete és jövője Magyarországon. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2002.

4 Somlyódy László (szerk.): *A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései*. Magyarország az ezredfordulón. Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2002.

debreceni egyetemi tanszékek fejlesztésére, kutatócsoport alakítására. 2000 januárjában javasoltuk a kormánynak egy akadémiai-környezetvédelmi minisztériumi egyezmény megkötését a Tisza-kutatás támogatására. 2001. február 8-án megalakítottuk a „Tisza és vízgyűjtője komplex vizsgálati és fejlesztési programja” akadémiai bizottságot, Enyedi György, akkori alelnök vezetésével. Február 18-án pedig az elnök és a főtítkárr aláírta az MTA és a Környezetvédelmi Minisztérium közötti megállapodást. Ugyanakkor megindult Kecskeméten az Alföld Intézet keretében a Tisza-vidék kutatás-fejlesztési programja, Csatári Bálint vezetésével.

Eredmények, tervek

Az akadémiai Tisza-kutatások első eredményét az Alföld Intézet szállította. Először kis füzetben (műhelytanulmányként), majd az *Ezredforduló* külön-számaként 54 ezer példányban adták közre „A Tisza-vidék problémái és fejlesztési lehetőségei” című tanulmánygyűjteményüket.⁵ Ezzel egy időben az Akadémia Vízgazdálkodás-tudományi Bizottsága, valamint a Hidrológiai Tudományos Bizottság közös konferenciát rendezett Nyíregyházán (2001. április 19.), amely ajánlásokat fogalmazott meg az árvízvédelem javítására.⁶

És most, 2003 nyarára elkészült a stratégiai programokon belül folyó kutatások eredményeként a két „Tisza-kötet”. Nagyszerű, tanulságos olvasmány! A korrektúrákat igen elégedetten tettem le! Teplán István akadémikus – Akadémiánk mindenes tudós-tisztviselője – a tőle megszokott szakismerettel és logikai fegyelemmel sorakoztatta fel a legjobb szakértőket. Mint érdeklődő olvasó, azt írtam az utolsó korrektúraoldalra: nagyszerű, hogy teljesültek a 2000. februári célkitűzések. 1. Összegezték kutatóink mindazt, amit a Tiszáról tudnak (talán egyedül a társadalomkutatás kimaradása sajnálatos). 2. Együtt van az a gárda, amelyre egy komplex Tisza-völgy-stratégia épülhet. (E sorok írójának természetesen szintén voltak, vannak ötletei a Tisza-völgy-probléma megoldására, amelyet papírra is vetett a Tisza-szerződés aláírásakor 2000 februárjában, és amelyet több formában közreadott.)⁷

Mindenki, aki teheti, hozzájárul a maga szellemi obulusával az Alföld – és ezzel Magyarország – egyik legnagyobb stratégiai tervének megvalósításához: a Tisza-völgy természeti és társadalmi adottságainak kifejlesztéséhez.

Zebegény, 2003. augusztus 12.

Glatz Ferenc

5 *Ezredforduló*, 2001/2. 3–21.

6 Bakonyi Péter, Alföldi László, Starosolszky Ödön.

7 Glatz Ferenc: Vízártározás és életmódváltás az Alföldön. *Ezredforduló*, 2003/2. 29–34.

1. rész

A Tisza földrajza és vízrajza

Szerkesztette:
Schweitzer Ferenc

A Tisza vízgyűjtőjének földrajzi helyzete

Magyarország területének (93 030 km²) valamivel több mint a fele – 46 737 km² – a Tisza vízgyűjtő területéhez tartozik. Helyzetileg az ország keleti részét foglalja el és két nagy tájunkra, az Alföldre (38 037 km²) és az Északi-középhegységre (8700 km²) terjed ki. A Tisza vízgyűjtőjének nagyobb hányada – több mint a hazai rész kétszerese, 110 250 km² – azonban a szomszédos országok – Szlovákia, Ukrajna, Románia és Jugoszlávia – tartozéka. Mivel pedig az a vízgyűjtő csapadékosabb része, belátható, hogy a Tisza vízjárását döntő mértékben az országhatáron kívüli területek irányítják. A csapadék területi eloszlását nagymértékben befolyásoló felszíni domborzat mind magassági helyzetét, mind közettani összetételét tekintve ugyancsak a határon túli vízgyűjtő területet hozza kedvezőbb helyzetbe a vízháztartás szempontjából.

Az egyes részvízgyűjtőket vizsgálva (1. táblázat) látható, hogy a felszíni szintkülönbségek a határon túli területeken sokszorosát teszik ki a hazai résznek. Míg az országban csupán a Zagyva vízgyűjtőjében találkozunk 1000 m-t meghaladó felszínmagassággal (Kékes, 1014 m), addig az a Maros erdélyi vízgyűjtőjében eléri a 2509 m-t is (a Paleaga a Retyezátban). De meghaladja a 2000 m-t a felszín magassága a Szamos vízgyűjtőjében is (Radnai-havasok, N. Pietrosz, 2305 m), míg a Tisza forrásvidékén a Máramarosi-havasokban (Hoverla) csak (!) 2037 m-ig emelkedik a legmagasabb hegycsúcs. Igen magasak az egyes hegyrögök a Bodrog (Sztoj, 1678 m) a Hernád (Király-hegy, 1943 m) és a Hármaskörös (Nagy-Bihar, 1849 m) vízrendszerében. Velük szemben hazánkban az említett Kékesen kívül az Eger-patak mellett már „csupán” 958 m-es (Istállóskő), míg a Bodrogba folyó Bózsza-patak mellett már „csak” 893 m-es (Nagy-Milic) magasságokat találunk.

Az Északi-középhegységhez tartozó vízgyűjtőrészhez viszonyítva az Alföldön a reliefenergia minimálisra csökken. Így a Szatmári-síkságon a Túr-Szamos-Kraszna vízgyűjtőjében 123 m, a Beregi-síkságon 186 m, a Lónyay-csatorna nyírségi vízgyűjtőjén 189 m, az Észak-alföldi hordalékkúp-síkságon 243 m, a Duna-Tisza közén 229 m, a bácskai löszös hátságon 174 m, a Körösök vízgyűjtőjén 161 m, a Marosén 108 m, az Alsó-Tisza mellékén pedig pedig csak 104 m a „legmagasabb” felszín pont szintje. A kiemelkedő magaslatokkal szemben a legalacsonyabb szinteket természetesen minden vízgyűjtő-

beli keresztmetszetben a Tisza mellett találjuk, hiszen azért folynak bele a mellékvízfolyások. A Tisza mederpartjának a tengerszint feletti magassága Tiszabecstől Szegédig 118 m-ről 77 m-re csökken, míg a 0-val jelzett vízszint-magasság 114,34 m-ről 73,70 m-re süllyed.

A vízgyűjtőterület említett szintkülönbségei a Tisza-vízgyűjtő medencejellegének a következményei, amelynek területi peremei különösen a vízgyűjtő keleti határán emelkednek magasra. Lényegében a folyó élete és működése az emelkedő hegységkeret és a ma is süllyedő belső, alföldi medence határvonalán változik meg. Az emelkedő peremhegységi területre a felszín lepusztulása, folyamatos eróziója a jellemző, míg a süllyedő medencében a fokozatos feltöltődés az általános folyamat. Ennek következtében az emelkedő területeken egyre régibb és általában a lepusztulásnak ellenállóbb tömör kőzetek kerülnek a felszínre, míg a süllyedő medencében a fiatal lerakódások halmozódnak fel. Korunkban az üledékfelhalmozódás az ármentesítések során emelt védgátak hatására csupán az árvizektől gyakran elborított hullámterekre korlátozódik. Így a hegységi terület ma is tartó emelkedése és az alföldi medence süllyedése miatt a vízgyűjtő pereme és belső felszíne között mind nagyobb lesz a szintkülönbség m-ben és korban is. Ez a folyamat nyilvánvalóan kihat a folyó életének és felszínépítő munkájának egészére is. Erre jó példa a gátak kiépítése óta a hullámtereken kimutatható – helyenként több méteres – hordaléklerakódás mérete. A hegységkeret emelkedésének következménye az ottani fokozódó csapadékbevitel és a körülgátolódó süllyedő medenceterület csapadékcsökkenése is, ami a víz-háztartás helyi értékeinek különbségét növeli.

A Tisza-vízgyűjtő területileg az Északi-középhegység viszonylag mérsékelt kiterjedésű, szilárd kőzetű felszínétől eltekintve hazánk síksági részéhez tartozik. Az Alföld felszínének laza, főleg folyóvízi üledékekből és kisebb részben eolikus lerakódásokból épült térszíne az egyes mellékfolyók vízgyűjtőjén is jelentősen változik. A Szatmári- és Beregi-síkságok túlnyomó részét a Tisza, Túr, Szamos és a Kraszna iszapos-homokos lerakódásai borítják. A Nyírség, a Lónyay-csatorna és a Kraszna mellékvizeinek vízgyűjtője jobbára szintén homokos üledékekből épült vidék. Ugyanilyen a Duna-Tisza köz területének nagyobb része is. De ott már előfordul a finomabb szemcséjű, eolikus lerakódásokból származó löszfelszín is, ami még nagyobb arányban fedi a Bácskát, a Hajdúságot, a Szolnoki löszös hátat és a Maros-Körösök közét. Végül a Körösök között és a mai folyókat kísérő, legalacsonyabbra süllyedt fiatal feltöltésű felszíneken túlnyomórészt öntésiszapot és agyagot találunk a folyómedrek mindkét oldalán. Az alföldi medence recens szerkezeti mozgásai okozzák, hogy a Tisza vízgyűjtőjében ez a szint a legterjedelmesebb. Kiterjedése a hazai területen eléri a 16 500 km²-t, aminek nagyobb részét azonban védgátakkal mentesítették az árvizektől, s így jelenleg csak a gátak közötti 1050 km²-es

ártér van kitéve a folyók feltöltő munkájának. A teljes vízgyűjtőn az ősi ártér területe $25\,850\text{ km}^2$ volt, amiből $24\,500\text{ km}^2$ -t védenek ma a gátak.

A mérsékelt magasságú vízgyűjtő egységek mellett – eltekintve az Északi-középhegységtől – tehát a felszín anyagi összetétele is csak nagyobb területrészekben váltakozik. Ez jellemzi a Tisza hazai vízgyűjtőjén a vízháztartás bevétel oldalát, a csapadékviszonyokat is. A legnagyobb mennyiséget – nem csak sokévi átlagban – az Északi-középhegységben a Kékesen mérték (az évi átlag ott 911 mm). Ehhez viszonyítva az Alföldön természetesen nagyot csökken a csapadék mennyisége. Ott a legtöbb Tiszabecs környékén hull a Szatmári-síkság északkeleti sarkában, ahol még érvényesül az Északkeleti Kárpátoknak a légtömegeket felemelő és a fokozott kicsapódást előidéző hatása. A sokévi csapadékatlag ott 754 mm , amiből évi 600 mm körüli mennyiség párolog el s így 154 mm a helyi lefolyás értéke. Ilyen magas vízháztartási értékekkel az Alföldön máshol nem is találkozunk. Az Északi-középhegységben is csak Hollóházáról és Szilvásváradról vannak a Kékest megközelítő csapadékadatok (1. táblázat).

Az Alföld túlnyomó részén a csapadékbevétel a 600 mm -t is csak kevés helyen éri el, vagy haladja meg (Fehérgyarmat, Mátészalka, Kisvárd, Baja, Bácsalmás, Körösszakál). Természetesen az évi párolgásból visszamaradó lefolyás is ezeken a helyeken a legnagyobb, kivéve Baját és Bácsalmást, ahol a magasabb hőmérséklet fokozott párolgotatással jár. Az Alföld déli, nagyobb részén a csapadék évi átlaga még az 550 mm -t sem éri el. Sőt, van egy terület-sáv a Közép-Tiszántúlon, amely Szarvastól északnyugatra Újszászig húzódik, s amelyen belül a meteorológiai szintézis 500 mm alatti évi csapadékatlaggal számol (*Magyarország éghajlati atlasza*, 1960).

Az évi párolgás mértékét egyrészt a léghőmérséklet, másrészt a rendelkezésre álló vízkészlet határozza meg. Így annak értékeinél mindkét tényezőt figyelembe kell venni. Az adatok szerint legnagyobb a párolgás átlaga az Alföldön Baján és Bácsalmáson kívül Tiszabecsnél és Vásárosnaménynál. A legkisebb átlagértékeket pedig Mezőkövesdről, Tiszafüredről, Hevesről, Jászberényből, Szolnokról, Püspökladányról, Túrkevéről, Szarvasról és Szentestéről mutatták ki. A lehullott csapadék lefolyó hányadát elméletileg a párolgástól csökkentett mennyiség adja meg, ami szerint az a legtöbb volt az Alföldön Tiszabecsnél (154 mm), míg a Kékesen 311 mm . De igen magas volt a lefolyás értéke – 100 mm feletti – még Gyöngyösön, Hollóházán és Szilvásvárakon is, ami a középhegységi környezetet tekintve érthető is. Ellenben a nagy párolgási részarány miatt minimális – 10 mm alatti – volt a lefolyás Szolnokon, Hatvanban, Jászberényben, Kiskunfélegyházán, Putnokon, Nyíregyházán, Hajdúnánáson, Debrecenben és Hódmezővásárhelyen.

Ha az évi fajlagos lefolyás térképét nézzük, akkor a Tarna–Zagyva összefolyásától délre Kecskemétig, onnan pedig Gyulán át Tiszafüredig vezető vonalon belüli terület értéke van a $0,5\text{ l/sec/km}^2$ alatt. Az 1 l/sec/km^2 -es fajlagos lefolyás vonala Kelebiától indulva vezet Dabasig, majd onnan

1. táblázat

Adatok a Tisza vízgyűjtőterületéről

Részvízgyűjtők	Hazai terület, km ²	Határon túli	Szintkülönbség hazai részen, m		Legmagasabb pont, m	Mérőállomások	Évi csapadék, mm	Párolgás, mm	Lefolyás, mm	Vízhiány, mm
Szatmári-sík Túrral és Szamossal	1118	16 775	103	123	2305	Tiszabecs	754	620	154	–
						Fehérgyarmat	609	570	39	–
Kraszna	889	2 253	103	117	990	Mátészalka	602	555	47	–63
Beregi-sík a Tiszával	470	9 707	98	186	2057	Vásárosnamény	604	590	14	–
Bodrogközi Tisza-mellék	368	–	96	98	–					
Belfő-csatorna	636	–	96	119	–	Kisvárd	626	586	40	–30
Lónyai-csatorna	1958	–	94	183	–	Nyírbátor	561	548	13	–102
Bodrog	972	12 607	93	893	1678	Nyíregyháza	566	561	5	–102
						Sátoraljaújhely	594	550	44	–46
						Hollóháza	732	590	142	–
Sajó–Hernád vidék	4203	8 505	88	958	1943	Szilvásvárad	691	580	111	–
						Ózd	594	578	16	–42
						Putnok	582	575	7	–
						Bódvarákó	605	595	10	–
						Vilmány	609	590	19	–
						Tarcal	597	575	22	–
						Miskolc	602	578	24	–
Sajó–Zagyva köze a Taktaközzel	5680	–	81	558	–	Eger	618	562	46	–16
						Mezőkövesd	549	525	24	–131
						Tiszafüred	521	510	11	–157
Zagyva	5672	5	80	1014	1014	Salgótarján	585	575	10	–64
						Terény	601	580	21	–
						Hatvan	541	536	5	–140
						Kékes-tető	911	600	311	–
						Gyöngyös	651	535	116	65
						Verpelét	622	585	37	–
						Jászberény	513	512	1	–178
						Heves	534	500	34	–146
						Szolnok	515	510	5	–185
Duna–Tisza köze	6309	–	78	230	–	Cegléd	537	536	1	–145
						Kiskunfélegyháza	546	540	6	–162
						Kiskunhalas	563	530	33	–141

1. táblázat folytatása

Részvízgyűjtők	Hazai terület, km ²	Határon túli	Szintkülönbség hazai részen, m		Legmagasabb pont, m	Mérőállomások	Évi csapadék, mm	Párolgás, mm	Lefolyás, mm	Vízhiány, mm
Ferenc-csatorna	1632	3 233	81	174		Baja Bácsalmás	615 609	599 585	16 14	-81 -
Hármas-Körös	12 931	14 606	78	161	1849	Hajdúnánás Debrecen Püspökladány Berettyóújfalu Körösszak. Gyula Szarvas Túrkeve	559 558 530 562 622 552 543 537	550 553 520 551 550 525 520 523	9 5 10 11 72 27 23 14	-121 -124 -148 -137 - -148 - -162
Alsó-Tisza balpart	2 044	-	77	103	-	Szentés Hódmezővásárhely	543 551	527 546	16 5	- -154
Maros	1 885	28 447	77	108	2509	Orosháza Makó	549 577	533 550	16 27	-151 -123
Bega	-	5 533	-	-	1380					
Tisza	46 737	110 463	70	1014	2509					
Teljes vízgyűjtő	157 200									

Hatvanon-Bócsön-Tiszalökön-Nyíregyházán át Gyuláig. A 2 l/sec/km²-es értékek vonala csak a Csenger-Kisar-Kisvárdá-Záhony feletti területet, valamint a Zempléni hegységet körítve a Hernád és Sajó-völgyek közötti területet, továbbá a Mátra és Bükk hegységeket és a tőlük északra fekvő területet sorolja a bővebb lefolyású vízgyűjtőkhöz. Ez azt igazolja, hogy korlátozott mértékű lefolyás a Tisza egész alföldi vízgyűjtőjén kimutatható.

Az Alföld éghajlatának száraz jellegét a vízhiány – azaz a hosszú, csapadék nélküli időszakok hatása – mutatja legjobban. Igen magas – 150 mm feletti – a vízhiány számított átlaga Tiszafüreden, Jászberényben, Szolnokon, Kiskunfélegyházán, Túrkeven, Hódmezővásárhelyen és Orosházán. Bár minden mérőállomás vízhiányértékeit nem tudjuk bemutatni, de igazolható, hogy az általános jellegű. Viszonylag kevés – 50 mm alatti – Kisvárdán, Sátoraljaújhelyen és Ózdon. Hogy mégis van lefolyás, az a téli félévnek a párolgást meghaladó csapadékbevitelével és a nyári félévi időszakos nagy záporokkal magyarázható.

A Tisza hazai vízgyűjtőjének földtani, domborzati, csapadék és lefolyási viszonyai természetesen csak mérsékelten befolyásolják a vízrendszer vízállá-

sainak és vízhozamainak idő- és térbeli, valamint mennyiségi alakulását, mert azokra a nagyobb területű és csapadékban is gazdagabb szomszéd országokbeli – felvidéki, kárpátaljai és erdélyi – vízgyűjtő részek vannak döntő hatással. Így a vízjárás éven belüli hazai rendjét is az ottani csapadékviszonyok irányítják. A vízhozamok meghatározásában a több csapadékhoz járul a vízgyűjtő terület szomszédságbeli több mint kétszeres kiterjedése, valamint a vízátne-meresztő közetfelszínű, nagyobb lejtésű hegységek jelentős térfoglalása is. Ezen tényezők együttes hatására a Tisza árvizeinek és kisvizeinek a hazai jelentkezését és méreteit is a határon túli időjárási viszonyok határozzák meg.

A Tisza vízrendszerében általában két árvizes periódus szokott évente jelentkezni. Az egyik a tél végi–kora tavaszi, amikor a Kárpát-medence egészében egyszerre kezdődő felmelegedés általános hóolvadást és minden vízfolyáson erős vízszintemelkedést idéz elő. Ilyenkor egyszerre áradnak meg a mellékfolyók és a befogadó főfolyó. Azonban a Kárpátok hegységkeretének jóval vastagabb hórétege nagyobb víztömeget juttat a Tiszába, mint a belső medencehelyzetű Alföld mérsékelt téli csapadéku területének vízfolyásai. A kora nyári árvizeket az északnyugatról érkező páradús légtömegek szokták kiváltani. Ezért az Alföldnek és a Kárpátok belső kis medencéinek ekkori bő csapadékát levezető vízfolyások általában hamarabb áradnak meg és vezetik le árhullámaikat, mint az Északkeleti Kárpátok nagy méretű lefolyását is befogadó főfolyó. A mellékfolyók közül csak a Tiszáéval részben közös forrásterületű Szamosnak az árvizei szoktak összetalálkozni a főfolyó kora nyári árhullámaival. Időnként a Felső-Tisza vízgyűjtője ősszel is kap magas vízállásokat előidéző bő csapadékot, ami azonban a vízgyűjtő más részein csak ritkán szokott jelentkezni és így a forrásvidékről induló őszi árhullámok lefelé haladva általában ellapulnak. A kisvizek fő időszaka a nyár második fele és az ősz, amikor az egész vízgyűjtőn általános a szárazságtól előidézett lefolyáshiány. Ez akkor jelent veszélyt a vízrendszer élővilágára, ha a téli fagyok beállta előtt nem érkezik vízszintemelő csapadék utánpótlás.

A Tisza vízrendszerének vízállás és vízhozam adatait a 2. táblázaton összesítettük. Természetesnek tűnik, hogy a legnagyobb vízszint és vízhozam különbségeket a főfolyó vízjárásában lehet kimutatni és az is logikus, hogy ezek az értékek a folyón lefelé haladva fokozatosan növekednek. De mivel a forrásvidékeken mind a felszín felépítésében, szintkülönbségeiben és időjárásában az egész vízgyűjtőn belül hasonló viszonyok uralkodnak, a vízjárás arányaiban az egyes mellékfolyók között sem mutathatók ki nagy különbségek. Érdekes, hogy a Tisza tiszabecsi és szegedi vízhozamai között a vízszállítás mennyiségében nem tűnik ki a vízgyűjtők közötti 15-szöri területi különbség. A kisvizeknél csupán kétszeres a vízhozam gyarapodás, a közepes vizeknél közel négyszeres, de a nagyvizeknél alig másfélszeres. A vízállások között sincs nagy eltérés a felsőbb és az alsóbb szakaszok között, mivel a folyómedret a lefolyó víz mennyisége alakítja és az egyes vízmércék szintezését is a vízszin-

2. táblázat

Vízállás- és vízhozam adatok a Tisza vízrendszeréből

Vízfolyás	Vízmerce	Távolság a torkolattól, km	Vízgyűjtő terület, km ²	Vízmerce, 0 pont a tszf.	Vízállás, cm			Vízhozam, m ³ /sec			Vízhozamhányados NQ/KQ
					KV	KÖV	NV	KQ	KÖQ	NQ	
Tisza	Tiszabecs	744	9 707	114,34	-246	-107	680	29	197	3360	116
Túr	Sonkád	11,5	1258	112,60	-84	169	596	0,3	4	180	600
Szamos	Csenger	47,6	15283	112,92	-96	17	902	10,0	111	2080	208
Kraszna	Ágerdő-major	44,9	1974	110,38	-26	141	651	0,03	2	280	9600
Lónyay-csatorna	Kótaj	21,5	1646	91,2	-25	-	230	0,01	1,8	40	4000
Bodrog	Felsőberecki	47,8	12886	92,16	-14	230	665	4,6	109	1300	283
Tisza	Tokaj	543	49449	89,34	-184	144	880	88	464	4000	45
Sajó	Ónod	31	11932	96,08	87	224	520	5,6	63,1	710	127
Hernád	Gesztel	24,4	5105	108,16	-10	48	423	5,65	28,4	487	86
Zagyva	Jásztelek	55	4207	86,6	84	145	424	0,8	85	550	687
Tarna	Jászdózsa	7,2	1810	89,32	15	76	431	0,18	4	130	722
Tisza	Szolnok	334,6	73113	78,78	-277	138	909	65,5	564	3820	58
Fehér-Körös	Gyula	4,7	4251	54,62	-190	-34	786	1,09	18,6	316	300
Fekete-Körös	Sarkad	15,2	4302	84,5	-99	54	920	1,16	28,6	488	420
Kettős-Körös	Békés	23,3	9011	81,12	-134	124	972	3,84	45	769	200
Sebes-Körös	Körösszakáll	54,6	2489	92,16	-177	11	518	0,36	20,3	517	1436
Berettyó	Szeghalom	6,8	5812	82,6	-59	147	678	1,48	12,4	392	268
Hortobágy-Berettyó	Karcag	69	3374	84,21	-148	30	148	0,26	3,5	90	346
Hármas-Körös	Kunszentm.	14,8	27354	76,14	-240	171	947	6,73	105	1150	171
Maros	Makó	24,3	30149	79,46	-110	56	625	24,2	151	884	36
Tisza	Szeged	173,6	138408	73,70	-250	206	960	57,8	738	4700	81

tek szerint végezték el. E jelenségek mögött a vízgyűjtő adott szelvényének a felépítése, lejtése, csapadék és lefolyás mennyisége mutatkozik meg, amelyeknek mérsékelt különbségei kiegyenlítik a területi eltéréseket. A vízállásokban a mellékfolyók között különösen nagy a különbség a Szamoson Csengernél, a Fekete-Körösön Sarkadnál, a Kettős-Körösön Békésnél és a Hármas-Körösön Kunszentmártonnál. Nagyok a vízhozam eltérések a Túron Sonkádnál, a Zagyván Jászteleknél, a Tarnán Jászdózsnál, a Sebes-Körösön Körösszakállnál, ami utal e mellékfolyók vízgyűjtőjének szélsőséges időjárási és lefolyási viszonyaira. Jól kifejezi a szélsőséges vízjárást az ún. vízhozamhányados, ami a kis- és nagyvízi hozamok arányát mutatja meg. Ez az érték érdekes módon a Maros

makói szelvényében a legkisebb (36), míg a Krasznán Ágerdőmajornál a legnagyobb (9300). A Tiszán 45 (Tokaj) és 116 (Tiszabecs) között váltakozik.

Ha a korunkbeli vízmérceadatokat összehasonlítjuk a korábbiakkal, akkor kitűnik, hogy mind a vízállásokban, mind a vízhozamokban jelentős értékkülönbségeket lehet kimutatni. A vízállások általában csökkennek, a vízhozamok pedig gyarapodnak. A múlt századi folyószabályozások előtt a Tisza vízrendszerének szakaszjelleg-típusa általában kanyarogva feltöltő jellegű volt a mai országhatáron. A folyószabályozások során a folyókon véghezvitt beavatkozásokkal azonban tekintélyes változásokat idéztek elő a vízfolyások lefolyási viszonyaiban. Ezek a változások általában a vízjárás felgyorsítására, mederbevágódásra, a kis vízszintek csökkenésére, az árvízi szintek és vízhozamok növekedésére vezettek. Emiatt tekintélyes különbségek vannak az évszázaddal korábbi és a mai vízmérceadatok között. De a társadalomnak a vízháztartást és a folyók vízjárását, mederalakulását és vízállását befolyásoló hatásai korunkban is intenzíven tovább tartanak. Elég itt a fokozódó erdőirtásokra, a vízátneresztő és lefolyást gyorsító felszínek területi gyarapodására, a folyómedrek eróziót gátló kiépítésére és a települések csatornázására utalnunk, hogy érzékeljük a recens társadalmi beavatkozásoknak a vízhalózatot érintő sokszínűségét és kiterjedtségét. Közös hatásuk abban nyilvánul meg, hogy a Tisza és mellékfolyói számos szakaszának jellege már kanyarogva bevágódó típusúvá változott, ami fokozódó medermélyülést és a kisvizek szintjének süllyedését okozza. Ezért vannak feltűnő különbségek a korábbi időszakból származó és a jelenlegi vízjárási és meder adatok között. A főfolyón végbement emberi hatások következményei többé-kevésbé kimutathatók a hasonlóképpen szabályozott és átalakított mellékfolyókon is.

A Tisza vízgyűjtőjének területén – ahogy máshol is – a vízfolyásokon kívül a felszíni vizeknek van egy másik típusa is, az állóvizeké. Ezek lehetnek természetes és mesterséges eredetűek. Előbbiek az Alföldön főleg deflációs (szélfújta) mélyedésekben keletkeztek a homokfelszíneken (mint pl. a katymári Fehér-tó) több-kevesebb emberi hozzájárulással, vagy pedig a folyókanyarulatok természetes úton lefűződött morotvái. A mesterséges állóvizek ugyancsak lehetnek morotvák (pl. a Cibakházi Holt-Tisza), vagy tározók és halastavak, valamint agyaggödrök is (pl. karcagi tározó, hortobágyi halastavak, nyékládházi kavicsgödrök). A legújabb típust a folyókon létesített vízlépcsők tározómedencéi képezik (pl. Kisköre). A legrégebbi tározó a Tisza vidékén a lilafüredi Hámori-tó. A különböző céllal létrehozott mesterséges állóvizeknek az egyéb igényeket kielégítő feladatuk mellett van az érintett vízfolyások vízjárását kiegyenlítő szerepük is, mivel azok vízszintingadozását mérsékelni tudják. Az újabb időkben létesültek a társadalmi vízszükségletek kielégítésére hivatott tározók is, mint pl. a lázbérci a Bükk hegységben (78 ha felszínnel és 5,6 millió m³ térfogattal).

A különböző eredetű tavak száma az Alföldön a VITUKI 1962-es állóvízi katasztere szerint 820 volt, együttesen 218 km²-es felszínnel (amiben a Duna vízgyűjtőjén levők is benne vannak). Az Alföld tiszai részén a legnagyobb területű a biharugrai Nagyszik-tó, amelynek felszíne 2,1 km². A természetes tavak száma 410, a mesterségeseké 119, a holtágaké (meanderek) pedig 221. Ezzel szemben a közel ötödrésznyi Északi-középhegységben (ugyancsak a Duna vízgyűjtőrésszel együtt) az állóvizek száma 141, felszínük pedig 23 km² volt. Ezek között az 1,9 km²-es rakacai tározó volt a legnagyobb kiterjedésű. A hegyvidéki területeken természetesen könnyebb a mesterséges állóvizek kialakítása, amit az is igazol, hogy az ilyen jellegű tavak száma a közel ötszörös területű Alföldön 189, az Északi-középhegységben 109 volt.

A víz térbeli előfordulásának a felszíni vizekkel szemben van egy másik formája is, a felszín alatti vizeké. Ezek lehetnek a tározó közet szerint talajvizek, rétegvizek, karsztvizek, mélységi vagy hévizek, aszerint, hogy milyen a kapcsolatuk a felszínnel, milyen a hőmérsékletük és mennyi oldott ásványi anyagot tartalmaznak. A talajvizektől elkülönítjük annak a területsávnak a vizét, amelynek a vízszintjét a vízfolyások vízállása befolyásolja. Ezt a típust parti szűrésűnek nevezik, mivel a folyómeder vízállása szerint változtatja szintjét és áramlásának irányát.

A Tisza alföldi vízgyűjtőjén a felszíni vízháztartással közvetlen kapcsolata a talajvíznek és a karsztvíznek van, amelyeknek mennyisége a csapadéktól, valamint a felszín áteresztő és tározó képességétől függ. Az Alföld homokos-lössös laza üledékei e tekintetben mind jó vízbefogadó felszíneknek tekinthetők, míg az agyagos-szikes árterületek már kevésbé azok. Ugyancsak jól tározzák a csapadékot az Északi-középhegység karsztos felszínei, valamint a hegységi lejtők aljában kialakult hordalékkúpok. A talajvizek mélységi elterjedését a vízzáró agyag- és kőzetrétegeknek a felszínhez viszonyított fekvése határozza meg. A vízzáró rétegek alatti ún. rétegvizek már nincsenek összefüggésben a felszín vízháztartásával. Részben fosszilis jellegűek, részben pedig a medence peremhegységeinek lejtőiről szivárognak be az Alföld mélyen fekvő, homokos összetételű tározó rétegeibe. Az áteresztő jellegű közephegységi mészkőfelszínek karsztvizei keletkezésükben és tulajdonságaikban egyesítik a talaj- és rétegvizek jellemzőit. Recensek abban a tekintetben, hogy a mészkő befogadja a csapadékot, de mélyebben fekvő rétegeikben régi idők beszivárgott vizeit is tárolják.

A felszín alatti vizeknek a vízgazdálkodás szempontjából az a nagy jelentőségük, hogy a felszíni vizeknek az időjárás változásaitól előidézett nagymértékű szint- és mennyiségi ingadozásával szemben megbízható tartóssággal és minőséggel szolgáltatják a vízkészletet. Ebből a szempontból főleg a rétegvizek tekinthetők állandó jellegűeknek, amelyek mennyiségi és minőségi állapotát csak tartós emberi beavatkozással lehet módosítani.

Ami az egyes felszín alatti víztípusok mennyiségi előfordulását jellemzi a Tisza hazai vízgyűjtőjében, azt a főleg laza üledékekkel kitöltött alföldi medence és a váltakozóan áteresztő és vízzáró felszínű Északi-középhegység közötti vízháztartásbeli különbségek határozzák meg. A területi különbségekhez viszonyítva az Északi-középhegység kitermelhető parti szűrésű vízkészlete jóval bőségebb ($1,1 \text{ m}^3/\text{sec}$) mint az Alföldé ($3,15 \text{ m}^3/\text{sec}$). Ennek az az oka, hogy a Középhegység durva kavicsos üledékekkel kitöltött folyóvölgyeinek sokkal nagyobb a tározóképessege, mint az Alföldön a medreket kísérő kisebb részében homokos, főleg azonban iszapos-agyagos lerakódásoknak.

A folyómedrektől távolabbi valódi talajvizek esetében már kitűnnek a két nagytáj területi különbségei, mivel az Alföld kitermelhető talajvíz készletét $14 \text{ m}^3/\text{sec}$ -ra becsülik, míg az Északi-középhegységet csupán $2,54 \text{ m}^3/\text{sec}$ -ra. A karsztvizek típusában természetesen ismét az Északi-középhegység vezet, mivel annak mennyiségét ott $2,925 \text{ m}^3/\text{sec}$ -ra számítják. De azért jelentős az Alföld karsztvízkészlete is, amit főleg az Észak-alföldi hordalékkúp síkság felszínalatti mészkőrétegei tárolnak, mivel annak kitermelhető mennyiségét $1,4 \text{ m}^3/\text{sec}$ -ra becsülik. Fő előfordulási területe a Bükk-hegységet körítő peremvidék. A rétegvizekben már egyértelmű az Alföld helyenként több ezer méteres feltöltése által tárolt vízmennyiség bősége, amit $34,75 \text{ m}^3/\text{sec}$ -ra számítanak és amit több ezer artézi kút hoz a felszínre. Ha összeadjuk az egyes felszínalatti vízkészlet típusokat, akkor az Alföldre $53,3 \text{ m}^3/\text{sec}$, az Északi-középhegységre $9,845 \text{ m}^3/\text{sec}$ mennyiséget kapunk, ami már megközelíti a két nagytáj területi arányait. A *Vízkészletgazdálkodási Évkönyvből* átvett mennyiségi adatok természetesen csak egy meghatározott időszakra vonatkoznak és térben és időben is jelentős mértékben váltakozhatnak. A mennyiségi változás a felhasználás mértékétől és az utánpótlódás intenzitásától függ. De társadalmi hatások is befolyásolhatják a különböző felszínalatti víztípusok mennyiségi előfordulását. A sok ezer talajvízkút az Alföld jellegzetessége és az ottani lakosság vízigénye kielégítésének egyik forrása volt még alig félszázada is. A különböző műtrágyák talajvíz szennyező hatásának elterjedése és a tanyavilág pusztulása azonban a talajvíz háztartási használatának nagymértékű csökkenéséhez vezetett. Annál inkább fokozódott a védettebb rétegvizek hasznosítása, ami helyenként azok szintjének és mennyiségének a csökkenéséhez is vezetett.

Különleges és sokoldalúan hasznosítható típusa a Tisza-vízgyűjtő felszínalatti vizeinek az ásványvizeké, amelyeket a rétegvizektől a bennük oldott ásványok koncentráltasága különböztet meg. Általában ezek nagyobb mélységből kerülnek a felszínre és magas hőfokuk miatt hévizeknek is tekinthetők. De ásványi anyagaik a különböző betegségek ellen is jól használhatók, ezért nagyrésztük egyben gyógyvíznek is nevezhető. A VITUKI hévízkatasztere szerint ilyen vizet adó mélyfúrású kút 179 működik az Alföldön. Elterjedésüket a természeti adottságok mellett az is meghatározza, hogy milyen igény van fel-

tárásukra. Pl. Szegeden és Szolnokon 6-6, Debrecenben és Nyíregyházán 5-5 működik. A kitermelt víz hőfoka a sajóhídvégi kútban a legnagyobb, eléri a 108 °C-t. Hírnévben és látogatottságban a hajdúszoboszlói kúté a vezető szerep.

A Tisza hazai vízgyűjtőjének hidrológiai viszonyai ma már magukon hordozzák a helyben lakó társadalom igényei szerint véghezvitt, a természetes adottságokat átalakító és módosító hatásokat. Ezek a társadalmi hatások a szükségletek változásának és a fejlődő tudományos, technikai és gazdasági lehetőségeknek megfelelően a jövőben is intenzíven tovább fokozódnak.

A folyó őstörténete, a mai Tisza kialakulása az Alföldön

Az Alföld északkeleti részben a 10–12 millió évvel ezelőtti (szarmata) időszak élénk vulkanizmusa után süllyedni kezdett a felszín és területünk tengeri elöntés alá került. Erről tanúskodnak a fúrásokból, 980–1150 m mélységből előkerült agyag, agyagmárga, márga, mészmárga és mészkőrétegek. Az 5-6 millió évig tartó elöntés során a beltenger egyre sekélyebb lett, majd fokozatosan kiédesedett és beltóvá alakult. Az Alföld északkeleti részén a feltöltést az Északkeleti Kárpátokból és Észak-Erdélyből lefutó vízfolyások végezték. A folyók nagyon sok hordalékot szállítottak a tó mégis hosszú ideig megmaradt. Ez azzal magyarázható, hogy a tó fenékszíntje erőteljesen süllyedt. A Nyíregyházán létesített mélyfúrás adatai szerint a beltóban 600–700 m vastag agyag és agyagos homokrégteg halmozódott fel a korábban képződött tengeri üledékre.

A tó teljes feltöltődése a felsőpannóniai emelet végére következett be, majd a szárazzá vált felszínen fokozatosan indult meg az új vízhálózat kialakulása. Ez a vízrajz azonban még gyökeresen különbözött a maitól. Abban az időben az Északkelet-Alföldön a vízfolyások észak–déli, illetve északkelet–délnyugati futásúak voltak és a legerősebben süllyedő Körös-vidék irányába tartottak (1. ábra).

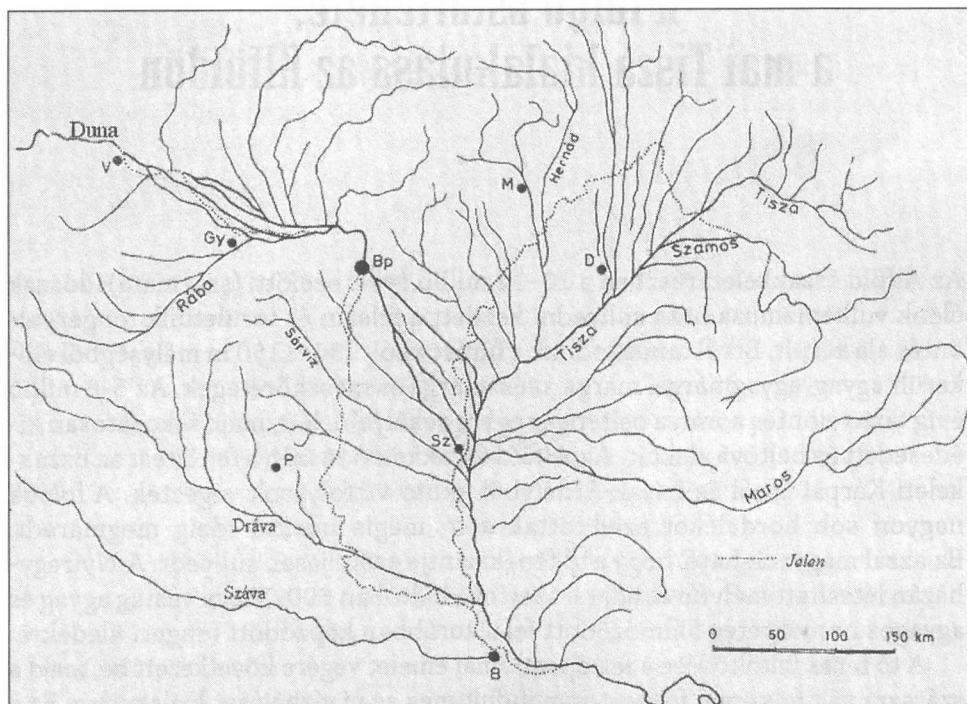
A földtörténeti negyedidőszak beköszöntése (2,5 millió évvel ezelőtt) jelentős változásokat hozott a terület fejlődéstörténetében. A folyóvízi feltöltődéssel nagyjából kiegyenlített felszínt újabb süllyedések érték. Ennek az lett a következménye, hogy a környező hegyvidékeken a vízfolyások erőteljes bevágó munkába kezdtek, a hegyvidékek előterében – az alföldi szakaszon – sok durvaszemű üledéket raktak le. A kavics még a Nyírség északi, északkeleti részére is eljutott.¹

A középpleisztocénben a vízfolyások hordalékszállítása kissé megváltozott, ebben a fejlődési szakaszban főleg finomszemű üledék (apró- és közép-szemű homok, iszap, agyag) rakódott le. A későbbiekben éppen ez a sok apró- és közép-szemű homokot tartalmazó rétegsor képezte a futóhomok forrását.

A würm elején (70–80 ezer évvel ezelőtt) az Alföld északkeleti részében az Északkeleti Kárpátokból és az Észak-Erdély felől lefutó vízfolyások még észak–déli, illetve északkelet–délnyugati irányban folytak és a Körös-vidék felé tartottak (2. ábra).

Az első jelentősebb változás 45–50 ezer évvel ezelőtt következett be, amikor a Tisza és a Szamos tektonikus mozgások hatására elhagyták a Nyírséget

A vízhálózat a negyedidőszak elején



és a mai Ér-völgy környékére tolódtak (3. ábra). Amint az ábra is mutatja az Ős-Tapoly–Ondava és Laborc egy ideig még keresztülfolytak a Nyírségen.

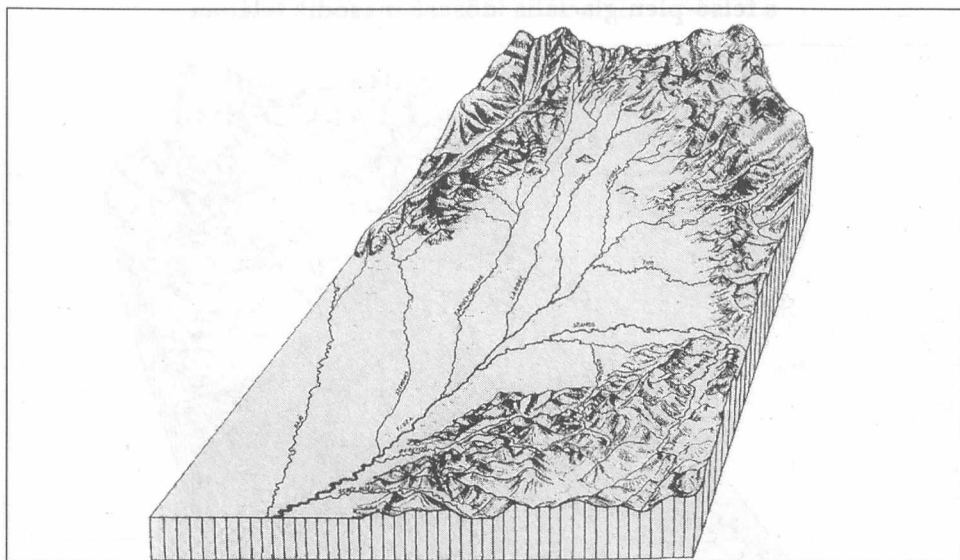
A Tisza–Szamosnak az Ér-völgyébe való bevágódása szükségképpen viszsza-
szahatott a Bereg–Szatmári-síkságra. A folyók ezen a területen is bevágó munkába kezdtek, s emiatt a síkság felszíne idő múltán kissé mélyebb fekvésű lett, mint a tőle nyugatra fekvő Nyírség.

A felső-pleniglaciális időszak közepén a Bereg–Szatmári-síkság és a Bodrogtörzs süllyedni kezdett és minthogy az északi részén a süllyedés valamivel erőteljesebb volt, a Tisza mintegy 20-22 ezer évvel ezelőtt elhagyta az Ér-völgyet, és a Huszti-kapu után a Beregszászi-hegyeket megkerülve északnyugatnak fordult a Bodrogtörzs irányába. Mivel a Bodrogtörzs is süllyedt, a Tisza behatolt erre a területre. Innen a Tokaji-kapu kialakítása után nyílt meg az útja az Alföld belseje felé (4. ábra).

A Szamos egy ideig még az Ér-völgyében folyt le. Ezt többek között jól bizonyítják azok az elhagyott medrek és morotvák, amelyek a Berettyó–Körös-vidéken helyenként „rátelepednek” a Tisza–Szamos által korábban kialakított nagy méretű elhagyott medrekre.

2. ábra

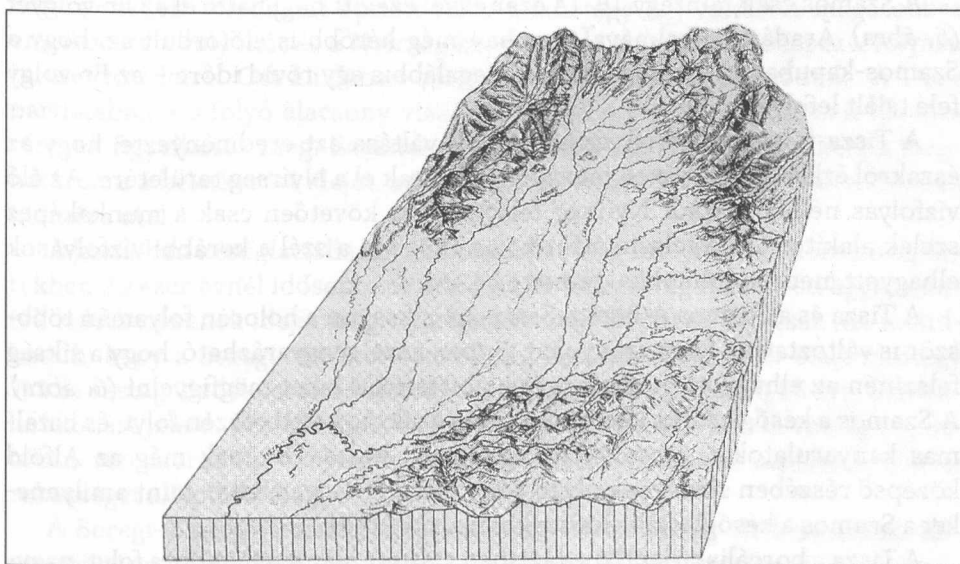
Az Alföld északkeleti részének folyóhálózata a würm elején



Forrás: Borsy Z.-Félegyházi E., 1982.

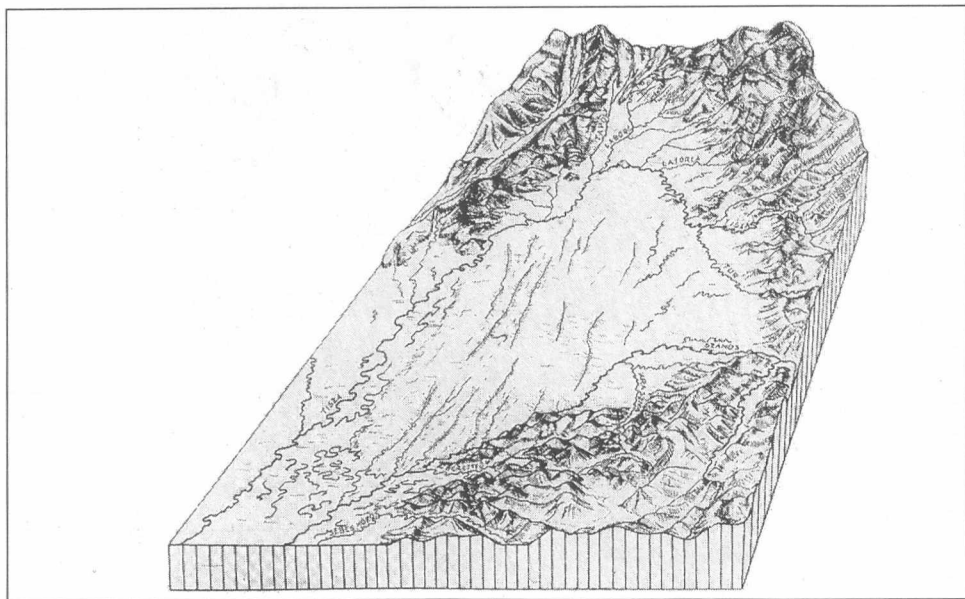
3. ábra

Az Alföld északkeleti részének folyóhálózata az interpleniglaciálisban



Forrás: Borsy Z.-Félegyházi E., 1982.

Az Alföld északkeleti részének folyóhálózata a felső-pleniglaciális időszak második felében



Forrás: Borsy Z.-Félegyházi E., 1982.

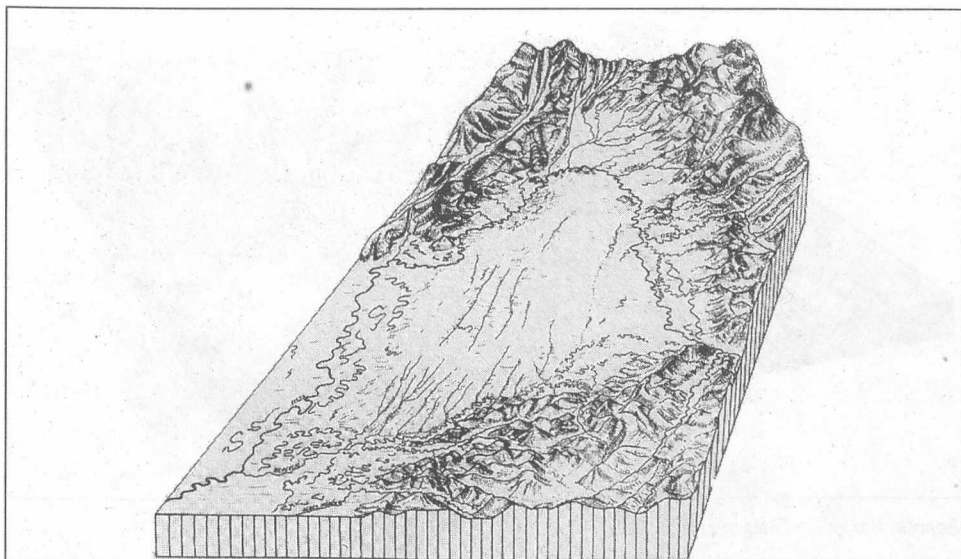
A Szamos csak mintegy 16-14 ezer évvel ezelőtt hagyhatta el az Ér-völgyet (5. ábra). Áradásai alkalmával azonban még később is előfordult az, hogy a Szamos-kapuban medréből kilépve – legalábbis egy rövid időre – az Ér-völgy felé talált lefolyást.

A Tisza folyásirányának északnyugati váltása azt eredményezte, hogy az északról érkező vízfolyások már nem juthattak el a Nyírség területére. Az élő vízfolyás nélkül maradt Nyírség felszínét ezt követően csak a munkaképes szelek alakították. A felszín átformálása közben a szél a korábbi vízfolyások elhagyott medreit homokkal temette be.

A Tisza és a Szamos a Bereg-Szatmári-síkságon a holocén folyamán többször is változtatták folyásirányukat. Éppen ezzel magyarázható, hogy a síkság felszínén az elhagyott medrek egész labirintusát lehet megfigyelni (6. ábra). A Szamos a későglaciális időszakban még a síkság keleti részén folyt, és hatalmas kanyarulatokat, morotvákat fejlesztett. Ma a Tiszának még az Alföld középső részében sincsenek olyan nagy méretű kanyarulatai, mint amilyeneket a Szamos a későglaciális időszakban alakított ki.

A Tisza a boreális-atlantikus fázisban viszont már nyugatabbra folyt, nagyjából a síkság közepe táján. Meglepő, hogy a folyónak az ebből az időszakból való elhagyott medre és morotvái milyen kis méretűek.

Az Alföld ÉK-i részének folyóhálózata a későglaciálisban



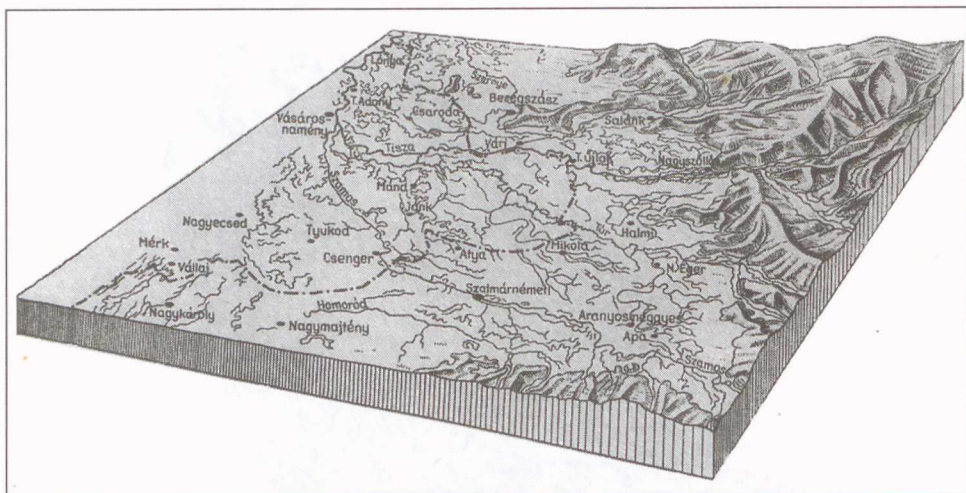
Forrás: Borsy Z.-Félegyházi E., 1982.

Palinológiai vizsgálataink szerint a Szamos csak a szubboreális fázisban kerülhetett jelenlegi helyére (7. ábra). Ahol a Szamos hosszabb ideig folyt, medre mellett folyóhátat épített fel. Amikor egy-egy folyóhát magasabbra emelkedett, a folyóhát és a Nyírség között nagy kiterjedésű, rossza lefolyású terület jött létre. Ott általában sötét színű réti talajok képződtek. A Tisza partfalában – a folyó alacsony vízállása idején – 7-8 m mélységben tőzeges rétegek figyelhetők meg. Ezeknek radiokarbon vizsgálatokkal sikerült meghatározni a keletkezési idejét, amely a Bereg-Szatmári-síkság süllyedésének ütemére utal.

A korábban későglaciális korúnak tartott réteg radiocarbon kora középtétkben 30 ezer évnél idősebbnek adódott. A tőzegréteg feletti réti agyagszintek keletkezésének idejét még nem tudtuk megállapítani. Így csak azt mondhatjuk, hogy a Beregi- és Szatmári-síkság határán 30 ezer év alatt mintegy 7-8 m vastag üledékösszlet halmozódott fel. Az évi átlagban 0,26 mm üledéklerakódást jelent. Szembetűnő, hogy a Körös-vidék 400-500 m vastag pleisztocén rétegsorának vizsgálata során Rónai A.² hasonló üledékképződési sebességet állapított meg.

A Beregi-Szatmári-síkság most említett 7-8 m vastag üledéksorának túlnyomó része agyag és iszap, homok csak kevés helyen észlelhető. Ez a körülmény azért feltűnő, mert a pleisztocén rétegsor túlnyomórészt homokos és kavicsos üledékekből áll. A finomrétegtani vizsgálatok egyértelműen bizo-

A Tisza és a Szamos mederváltozásai a Bereg–Szatmári-síkságon



Forrás: Borsy Z.–Félegvázi E., 1982.

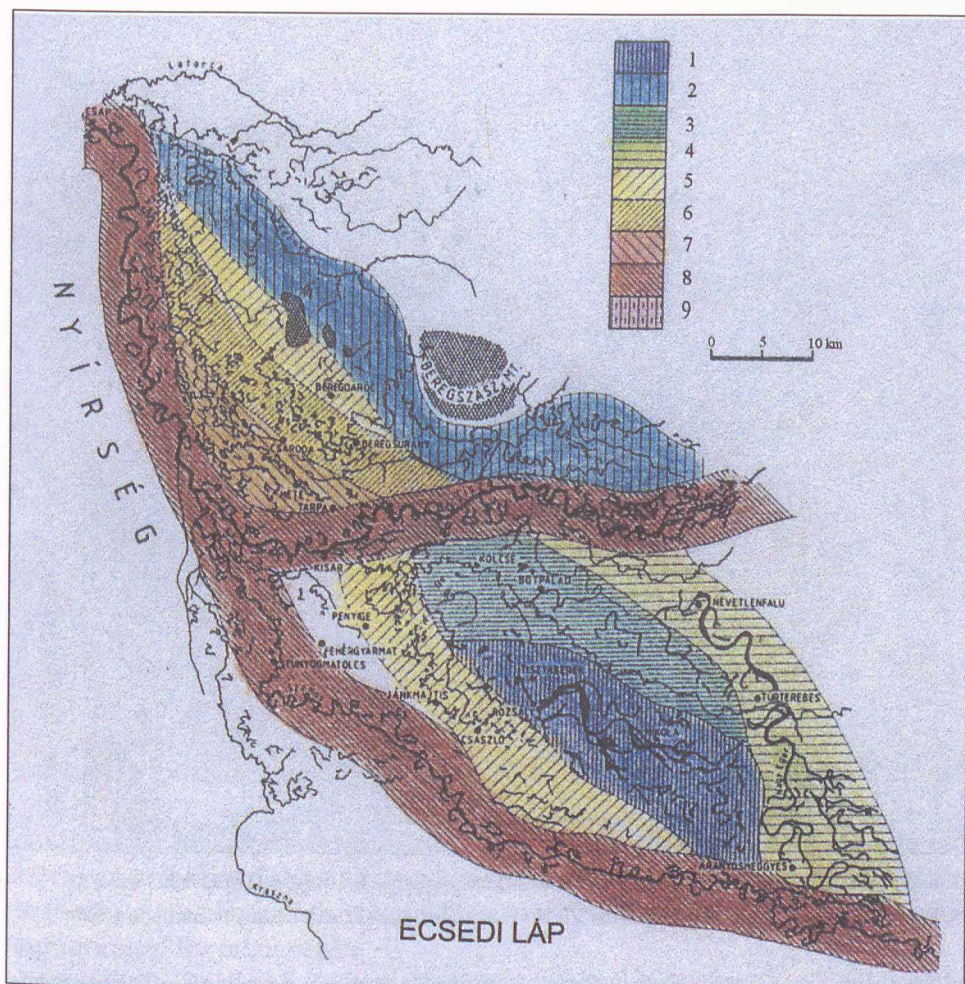
nyítják, hogy különösen a holocén folyamán más volt az üledékképződés menete, mint a pleisztocénben.

A Bodrogi köz a Tisza megjelenése előtt még összefüggött a Nyírséggel. Az Ős–Tapoly–Ondava–Laborc rajta folyt keresztül a Nyírség irányába (3. ábra) Az élő és elhagyott folyómedrek között a homokbuckák tették változatossá a felszínt. Ezek képződése a felső-pleniglaciális időszak első hideg maximuma idején indult meg, mintegy 25–26 ezer évvel ezelőtt. A felső-pleniglaciális időszak közepén erőteljesen süllyedő Bodrogi közben az északnyugatnak fordult Tisza, majd később a Tisza–Szamos, az észak felől érkező mellékfolyóikkal együtt többször változtatták folyásirányukat. Oldalazó eróziójukkal – a felső-pleniglaciális időszak végétől napjainkig – a felszín túlnyomó részét teljesen átformálták. A folyók laterális eróziója miatt az Alföldön egyetlen futóhomok terület sem alakult úgy át, mint éppen a Bodrogi közben.

A Bodrogi közbe érkező Tisza először a táj keleti felében kezdte meg a felszín átalakítását. A mély medrű, kanyargó folyó már a felső-pleniglaciális időszak végére nagyon sok helyen letarolta a homokbuckákat és ahol meanderezett, főleg finom szemű üledékeket rakott le.

A Tisza a későglaciális időszakban fokozatosan vándorolt nyugat felé és egyre újabb területeken alakította át a felszínt. Mellékfolyóival együtt a holocén folyamán is többször változtatta futását. Az eddigi adataink szerint a Tisza mederváltoztatásairól, illetve a bodrogi köz elhagyott medrek koráról (8. ábra) az alábbiakat mondhatjuk.

Az elhagyott medrek kora a Bereg-Szatmári-síkságon



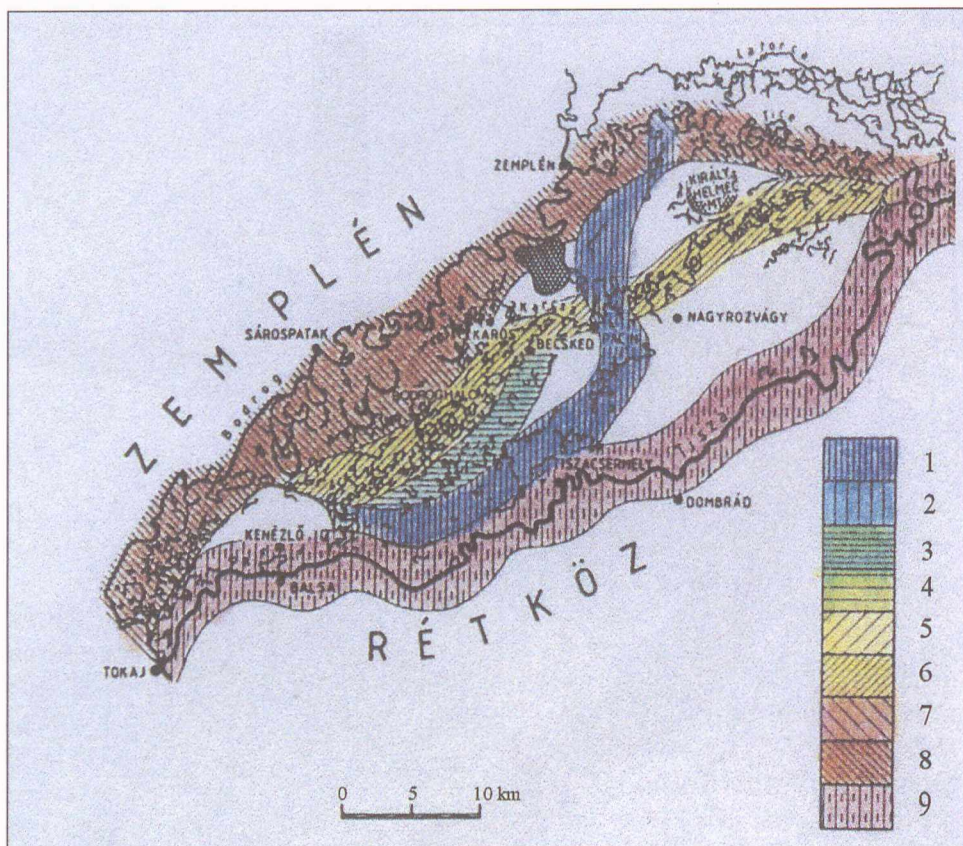
1. felső-pleniglaciális, 2. boreálisnál idősebb, 3. későglaciális, 4. későglaciális+preboreális, 5. boreális, 6. boreális+atlantikus, 7. atlantikus, 8. atlantikus+szubboreális, 9. szubatlantikus

A preboreális fázisban a Tisza a Bodrogtörzs északi részébe váltott át, és Zemplén felé tartott abban a vonalban, ahol ma a Tice nevű elhagyott meder fekszik.

Zempléntől egy éles fordulattal délnek vette útját, és a Rétköz szegélyén nyugatnak fordult.

A boreális fázis második felében a Tisza ismét változtatta folyásirányát. Ebben az időszakban a táj középső részén tartott délnyugat felé. Ennek a folyásiránynak az emlékét őrzi a Karcsa-medre is. A mellette fekvő morotva

Az elhagyott medrek kora a Bodrogtőben



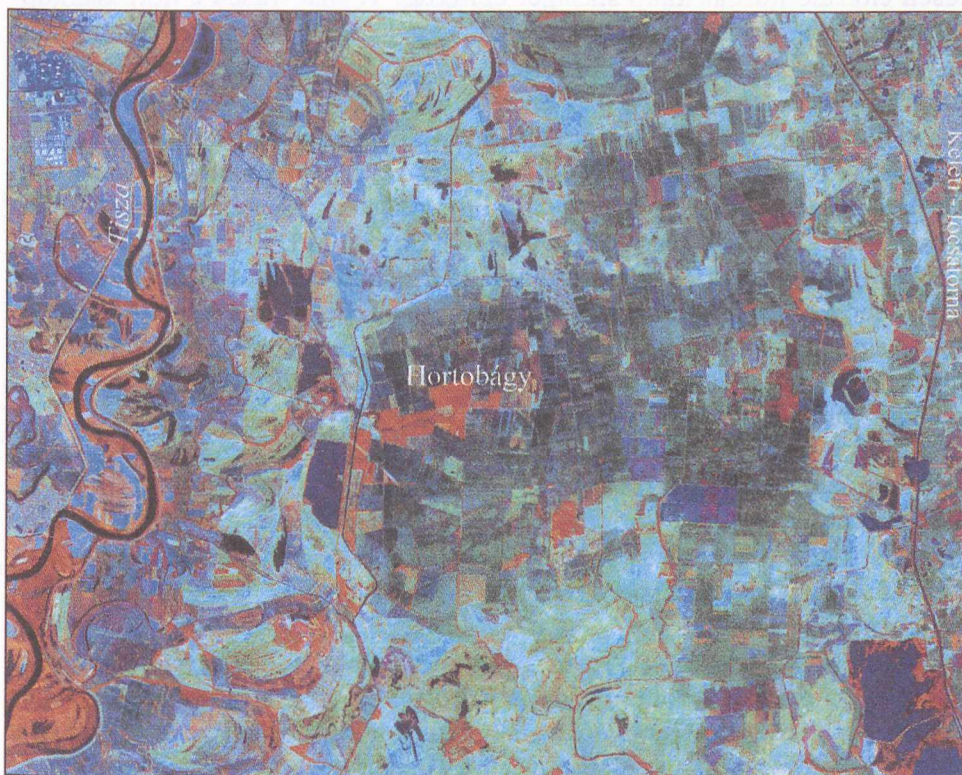
1. felső-planiglaciális, 2. boreálisnál idősebb, 3. későglaciális, 4. későglaciális+preboreális,
5. boreális, 6. boreális+atlantikus, 7. atlantikus, 8. atlantikus+szubboreális, 9. szubatlantikus

alján talált faszénmaradvány C-14-es vizsgálatával és a pollenanalitikai meghatározásokkal a Karcza korát egyértelműen boreális korúnak állapítottuk meg.

A szubboreális fázisban a Tisza medre újra északra helyeződött. Ebben az időszakban a folyó a Tice medrében folyt Zemplén felé. Innen délnyugatnak fordulva, a Zempléni-hegység lába előtt haladt el.

A Tisza jelenlegi helyére a szubboreális, szubatlantikus fázis határán kerülhetett. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy ettől az időszaktól kezdve a Zempléni-hegység lábánál már csak a Bodrog folyt el.

A Tisza laterális eróziós tevékenységével a mai felszín alatt mintegy 4 m mélységig tarolta le a pleisztocén rétegeket. A letarolt homoküledékek helyébe mellékfolyóival együtt mindenütt finom szemű üledékeket rakott le, főképp

Elhagyott, többségében feltöltődött folyómedrek Landsat úrfelvételen

pen agyagot és iszapot. Ezt a finom szemű rétegösszletet több helyen egy-két réti agyagszint tagolja. Az elhagyott medrek melletti folyóhátak között ugyanis többfelé kialakulhattak rossz lefolyású mélyedések, ahol láp-, illetve réti-agyag-képződés ment végbe.

Amikor a Tisza és a Bodrog elfoglalták a mai folyásirányukat, mellettük is megindult az új folyóhát képződése. Ez azt vonta maga után, hogy a Bodrog-közben még nagyobb területek váltak rossz lefolyásúvá, mint korábban. A lefolyástalan területeken helyenként igazi mocsárvilág alakult ki (pl. a Bodrog-köz középső részében, ahol már korábban is folyt lápképződés). Ott, ahol a vízzel való borítottság szerényebb mértékű volt, többnyire sötét réti agyagok képződtek és beborították a korábban lerakódott agyagrégeket.

A Tisza a Tokaji-kapun kilépve először nem a mai irányba folyt, hanem dél felé meanderezve formálta a Hajdúhártól nyugatra fekvő területeket. Az egykori, napjainkra már feltöltődött medrek az úrfelvételeken szépen kirajzolódnak (9. ábra).

A Tisza jelenlegi futásirányának felvétele előtt az Északi-középhegységből érkező vízfolyások a hegység előterében, az Alföldre mélyen benyomulva széles elterülő hordalékkúp síkságot építettek. A vízfolyások a hordalékkúpfejlődés törvényszerűségeinek megfelelően gyakran változtatták futásirányukat, közben vertikálisan és horizontálisan is változatos szemcseösszetételű üledéket halmoztak fel. A würm közepén az Északi-középhegység előterében fekvő hordalékkúpsíkság egyes részei süllyedni kezdtek, így a hegységből dél-délkelet felé tartó egyes vízfolyások futásiránya megváltozott. A Zagyva és a Tarna a Dél-Jászsági süllyedék felé fordult, a Sajó és a Hernád továbbra is délkeleti, déli irányába tartott. A Tisza a Dél-Jászsági és Dél-Hevesi-sík további süllyedésével valószínűleg a szubboreális fázisban került a jelenlegi helyére.

A Maros a würmben tovább építette hordalékkúpját, amelynek csúcsrészébe a hegységperemi területek emelkedése miatt vágódott be. Az Alföldön az egyik legalacsonyabban fekvő terület a Berettyó-Körösök vidéke volt, ahol sokfelé a holocén folyamán is tartott a feltöltődés.

A Tisza Szentés-Szeged közötti szakaszán a folyó erózióbázisának mélyebb szintre kerülése miatt bevágódott alluviális síkságába. A Tisza enyhe bevágódását követte a Marosé is, így idő múltán a Maros-hordalékkúpnak is megszűnt a további épülése. A holocén második felében az alföldi hordalékkúpok épülése teljesen befejeződött, sőt a folyók eróziós tevékenysége miatt csökkent a kiterjedésük.

A holocén folyamán a táj formálásában az ember is tevékenyen részt vett. A régészeti leletek arról tanúskodnak, hogy 4-5000 éve már elkezdődött az Alföld felszínének antropogén átalakítása. A középkorban az Alföld magasabb fekvésű részein már jelentős átalakulásokat hozott a társadalom természetátalakító tevékenysége, amely a 18. századtól kezdve egyre gyorsuló ütemben az egész Alföldre kiterjedt.

Jegyzetek

- 1 Borsy Z. 1989.
- 2 Rónay A. 1985.

Irodalom

- Borsy Z. (1989): Az Alföld hordalékkúpjainak negyedidőszaki fejlődéstörténete. *Földrajzi Értesítő* XXXVIII. évf. 211-224.
- Borsy Z.-Félegyházi E. (1989): A vízhálózat alakulása az Alföld északi részében a pleisztocén végétől napjainkig. *Szabolcs-Szatmári Szemle* 3. 23-32.
- Borsy Z.-Félegyházi E.-Csongor É. (1989): A Bodrogtörzs kialakulása és vízhálózatának változásai. *Alföldi Tanulmányok*. Békéscsaba. 65-83.

- Borsy Z.-Félegyházi E.-Csongor É.(1983): Evolution of the network of water courses in the north-eastern part of the Great Hungarian Plain from the end of the Pleistocene to our days - *Quaternary Studies in Poland*, 4. pp. 115-124.
- Borsy Z.-Félegyházi E.-Lóki J. (1988): A Bodrogek köz természetföldrajzi viszonyai. In: *Ember - Táj - Mezőgazdaság BODROGKÖZ* Miskolc pp. 1-93.
- Rónai A. (1985): Az Alföld negyedidőszaki földtana. *Geol. Hung. Ser. Geol.* 21. 412.

A Tisza vízrendszerének földrajzi és hidrológiai jellemzése

A Kárpátok keleti felének a vizeit a Tisza gyűjti össze (10. ábra). A folyó, a vízgyűjtő északkeleti részén a máramarosi havasokban ered és 946 km-es¹ út után Titelnél torkollik a Dunába. Az eredet után délnyugati majd északnyugati haladással néhány nagyobb patakka bővülve Tiszaújlak közelében ér síkságra, ahol a Szamos a Bodrog a Hernáddal bővülő Sajó majd később Szolnokon a Zagyva, lejjebb a Körösök, a Maros és az országhatáron kívül a Bega szállítja vizeit a Tiszába (11. ábra).

A teljes vízgyűjtő 157 135 km² kiterjedésű melynek 24%-a hegyvidék, 34%-a dombvidék, 42%-a pedig olyan síkvidék ahonnan már említésre méltó vizek nem származnak.

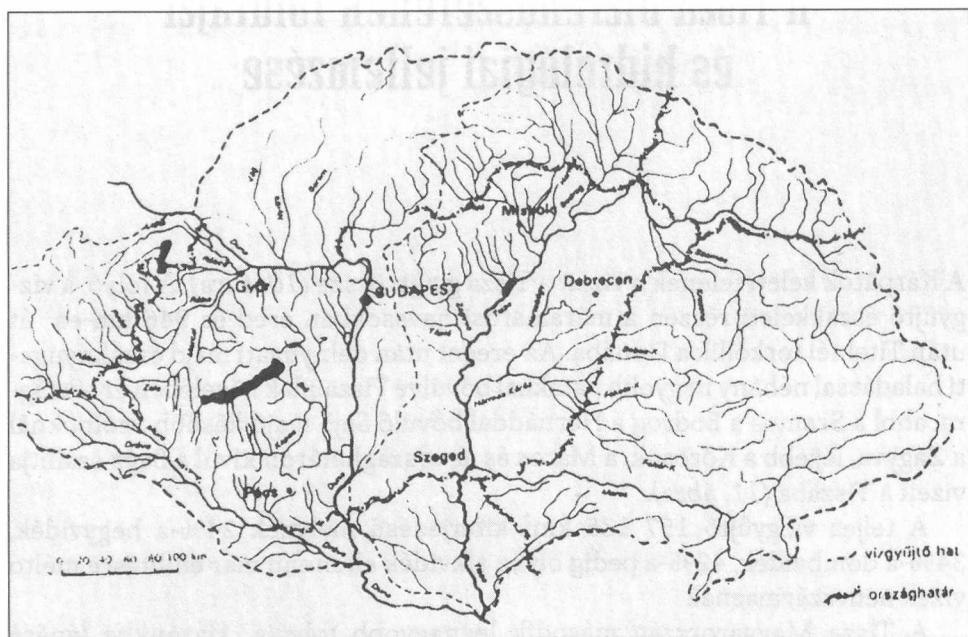
A Tisza Magyarország második legnagyobb folyója. Hazánkba lépése helyén, a Batár patak alatt, vízgyűjtője 9707 km² és ez a déli országhatárig 139 078 km²-re, a Dunába ömlésig 157 200 km²-re növekszik. A Tisza teljes vízgyűjtőjének 29,9%-a jut Magyarországra. A magyarországi ki- és belépő szelvények közötti vízgyűjtőnövekmény 86%-át a főbb mellékfolyók (a Túr, a Szamos, a Kraszna, a Bodrog, a Sajó, az Eger, a Zagyva, a Körös, a Maros) vízgyűjtői adják; 14%-át a kisebb vízfolyások, hazai belvizes területek.

A Túr a Tisza első bal parti mellékveze a magyar szakaszon, 1262 km² vízgyűjtő területéről viszonylag jelentős vizet szállít A vízfolyás kis esésű magyar szakaszára, a Tisza visszaduzzaszt, ezért mindkét oldalát töltések szegélyezik. A régebbi Olcsvaapáti melletti torkolatát átvágással 37 km-rel feljebb alakították ki. A régi medernek ma Túr-főcsatorna a neve.

A Tisza jelentősebb bal parti mellékvízfolyásai közül a Szamos vízgyűjtő területe 15 882 km² nagyobb mint azon a szakaszon a Tiszához tartozóé, melynek vízgyűjtője az egyesülésnél 13 173 km², ez utóbbinak azonban jóval nagyobb hányada magas hegység melynek hatására a Tisza ezen a szakaszon több vizet szállít, mint a Szamos.

A Tisza árvizei a Szamosba, a Szamos árvizei a Tiszába hosszan visszaduzzaszthatnak. A folyó hazai szakaszán a század első felében Fehérgyarmatnál és Tunyogmatolcsnál vágták át a kanyarokat, utoljára pedig – 1978-ban – a torkolati kanyart metszették le.

A Kárpát-medence vízgyűjtői és országok közötti megoszlása

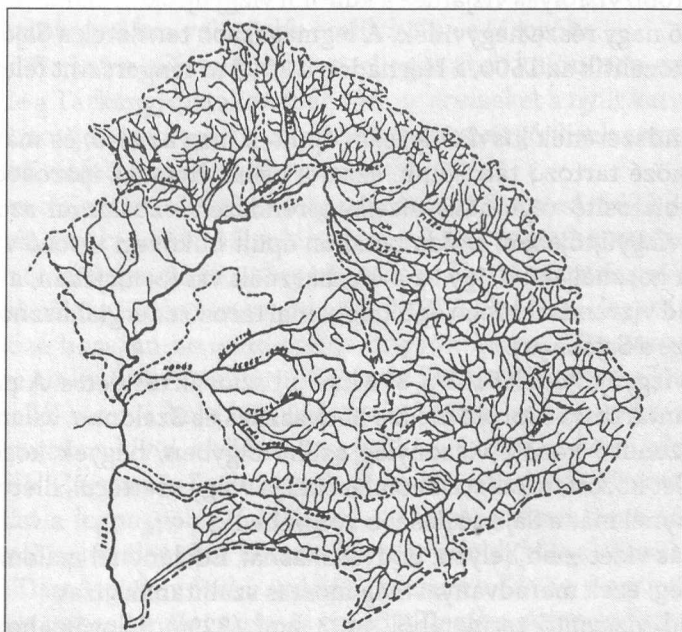


A Kraszna eredetileg a Szamos mellékveze. A múlt század végén közvetlenül a Tiszába kötötték, a Szamos torkolata alatt 3,5 km-rel. Alacsony és alföldi jellegű vízgyűjtője 3142 km², lefolyása ennek megfelelően kicsi. A síkvidéki vízgyűjtőről elsősorban az olvadásos árvizek idején alakulnak ki jelentős nagyságú tetőző vízhozamok.

A jobb parti Bodrog vízgyűjtő területe 13 579 km² 91%-ban határon túli terület. A folyó vízhálózata legyezőszerű. Legjelentősebb tagja a Latorca, amely a Tapollyal való összefolyás után Bodrohként halad magyar területre. A folyó hazai szakaszának hossza 49,7 km. A Bodrog legyezőszerű hegyvidéki vízgyűjtőjéről a vizek nagy eséssel érkeznek a hegyek lábához, ahol az esés hirtelen lecsökken és a síkságon képződő törmelékkúpon az árvizek összetorlódhatnak. A folyószabályozás előtt ezen a síkvidéken állandó folyómeder nem is alakult ki és a környék teljesen elmocsarasodott.

A Bodrog hazai mellékvezei közül az árvizeiről nevezetes Ronyva a Bódvával és ennek mellékvizével, a Kemence-patakkal együtt növeli a befogadó vizét a 41 fkm szelvényben. A Kemence-patakot vízgyűjtőjének kiemelt természetvédelmi értéke teszi jelentőssé. A Bodrog vízhozamát még a Tolcsva-patak vízhozama növeli meg hazai területen, alig kimutatható módon.

A Tisza-vízgyűjtő folyóhálózata



A Ronyva egész szakaszán határvízfolyás. Árvizei Sátoraljaújhelyt veszélyeztetik, ezért az utóbbi években árapasztó műtárgyat és csatornát építettek, s jelentős szakaszon szorították új töltések közé az árvizeket.

A Sajó vízgyűjtő területe $12\,708\text{ km}^2$, amelynek csak egyharmada, 4214 km^2 magyar terület. A mintegy 220 km hosszú Sajónak 124 km -nyi szakasza folyik Magyarországon. A hazai szakaszon a torkolattól 69 km távolságban torkollik be a viszonylag bővizű Bódva és a 31 km -es szelvényben egyesül a Sajó a Hernáddal. A többi csatlakozó vízfolyás viszonylag kis vízgyűjtő területű, de jelentősen eltérő vízjárású. Bán-patak a Csermellyel, a Szinva a Garadnával együtt csatlakozik. A bal parti mellékvizek közül, a két nagyobb vízfolyás mellett, még a Szuha-patak és a Szerencs-Takta-csatorna említésre méltó. A Bódvához a Jósza és a Rakaca csatlakozik magyar területen; a Hernádnak 100 km^2 -t meghaladó vízgyűjtő területű mellékvize a Vadász patak.

A Sajó völgye széles tál alakú. A folyó csak igen rövid szakaszon, a Bán-patak torkolata felett szorul a jobb part dombjainak, Upponyi szigethegységnek a lábához.

A vízfolyás medre változatosan alakul. Néhány kisebb malomcsatorna maradványa mellett mellékága a Bódva-torkolat és a Miskolc közötti 15 km hosszú Kis-Sajó. A főmeder nagyobbbrészt egységesen beágyazott, csak a Bódva és a Hernád torkolatánál képződött hordalékkúpokon terül szét.

A Sajó esése 60-70 cm/km, magyar viszonyok között elég nagy. Az átlagos szám a Hernád beömléséig állandó; onnan fokozatosan csökken a Tiszáig.

A három főbb vízfolyás vízjárása a külföldi vízgyűjtőkön alakul ki. A szlovákiai vízgyűjtő nagy része hegyvidék. A legmagasabb területek a Sajó felső szakaszán megközelítik az 1500, a Hernádon a 2000 m tengerszint feletti magasságot.

A Sajó rendszerének kisvízfolyásain épültek meg az első, és máig is a legnagyobbak közé tartozó tározóink, azzal a céllal, hogy az iparosodott vidék vízellátását biztosító regionális vízellátó rendszer vízbázisául szolgáljanak.

A Bódva vízgyűjtőjében, az Ida patakon épült bukoveci tározó vizét Kassa vízellátására használják fel, így ez a víz, használt víz formájában, a Hernádba jut. A Hernád vízrendszerében épült dobsinai tározó energiahasznosításra lebocsátott vize a Sajóba jut.

A Bódva vízgyűjtőjének 51%-a, 876 km² jut szlovák területre. A patak rendszeres karbantartásra szoruló medre Bódvaszilas és Szalonna, valamint Szendrőlád és Szendrő között viszonylag szűk völgyben, hegyek között folyik. A két szűkület között, a Rakaca beömlésénél, a völgy szétterül, illetve Szendrő alatt, Edelénynél már a Sajó szélesebb völgyébe lép.

A vízfolyás vizét több helyen, Bódvaszilasnál, Edelénynél malomcsatornák osztották meg; ezek maradványai még most is szállítanak vizet.

A Hernád vízgyűjtő területéből 4423 km² (82%) Szlovákiához tartozik. Ottani szakaszán a nagy esésű Gölnic és a viszonylag nagy vízgyűjtőjű Tarca a legfontosabb mellékville. A magyar szakaszon Vizsolytól Belsőbócsig a folyó a Zempléni-hegység lábához szorul; említésre méltó bal parti mellékville a kis Gönci patakon kívül nincs. A völgy maga azonban legnagyobb részén 5-10 km széles, úgyhogy a folyó jobb partját kiterjedt, lapos ártér követi, amelyet a Bódva és a Hernád közötti dombvidék, a Cserhát felől érkező több kisebb patak szel át. Jelentősebb közülük a már említett Vadász-patak mellett a Bélus és a Vasonca. Az anyamederből két mellékág – a Hernádszurdoknál kiágazó 68 km hosszú Kishernád-Báronyos malomcsatorna, valamint a Belsőbócsnál kiépített, a Kesznyéten melletti erőtelephez vezető üzemvízcsatorna – ágazik ki.

Magyarországon a Hernád kavics-homok hordalékkúpon folyik, ezért egy-egy nagyobb árvíz során könnyen változtatja helyét. Például 1955-ben Hidasnémeti alatt a 94+600 fkm szelvényben szakadt át egy 1,9 km hosszú túlfejlett kanyar, aminek következtében a hidasnémeti szelvényben a vízsebesség 50-80%-kal megnövekedett.

Az Eger-patak vízgyűjtőjének legnagyobb része a Bükk hegység nyugati-déli lejtőin terül el. A régebben a Tisza holt medréhez csatlakozó patak ma a kiskörei tározóba torkollik. Az Eger-patak első nagyobb mellékville, a Tárkányi-patak a befogadó vizét megkészszerzi. A fővízfolyást az Alföld peremén, Maklárnál duzzasztómű zárja el és ma öntözésre használt malomcsatornába tereli. Az árapasztónak használt eredeti meder neve Rima. A Rimába ömlik az

Ostoros patak, innen újra Egernek nevezett vízfolyás felveszi még a Bükk déli lejtőjének vizeit összegyűjtő Csincse-patakot. A korábban a Kis-Tiszába ömlő Eger-patakhhoz itt csatlakozott a Mátra keleti lejtőiről érkező Laskó-patak, amely ma mintegy 6 km-rel lejjebb ömlik külön a tározóba.

A patak vízjárása erősen karsztos jellegre utal; különösen az almári szelvényben, de a Tárkányi-patakon mérsékli az árvizeket a nyílt karszt. E két vízfolyás karsztos jellege negatív; a területén beszivárgó vizek szomszédos vagy lejjebb fekvő vízfolyásszakaszok forrásait táplálják.

A Zagyva a Karancs-Medves hegység déli lejtőin ered, 5677 km^2 -ről gyűjti össze a vizét, amely területből mindössze $4,7 \text{ km}^2$ fekszik a határon túl. A vízhálózat két fő vízfolyásának, a Zagyvának és a Tárnának a vízgyűjtőterülete az egyesülésüknél csaknem azonos nagyságú (2082 km^2). A Zagyva a Cserhát és a Mátra közé hosszban benyúló széles völgyön keresztül a Mátrát nyugatról megkerülve jut ki a síkvidéki területekre és Szolnoknál éri el a Tiszát. A Zagyva főbb mellékvizei, a bal parti Bárna s a Mátra legmagasabb részén eredő Kövecses-patakon kívül, elsősorban a jobb partról érkeznek. Jelentősebbek a Tarján, a Kis-Zagyva, a Szuha-patak és a Herédi-patak vízrendszere, majd a Tarna után a legnagyobb mellékvize, a Cserhát vizeit hozó Galga, végül a Tárnával való egyesülés alatt betorkolló, már alföldi jellegű Tápió.

Az alsó Tisza legjelentősebb önálló rendszere a Körös, négy határainkon túl eredő vízfolyás vizeit gyűjti össze és vezeti a Tiszába. A legyezőszerűen egyesülő négy folyó, a felsorolásban délről északra haladva, a Fehér-, a Fekete- és a Sebes-Körös, valamint a Berettyó. A Fehér- és Fekete-Körös már magyar területen egyesül és Körös néven halad tovább, bár – szakaszmegjelölésként – Kettős-Körös elnevezés is használatos. A Berettyó vize a Sebes-Körös közvetítésével jut a Körösbe. A Sebes-Körös torkolata alatti szakaszt Hármaskörösnek is nevezik. A folyó alsó szakaszán ömlik be a síkvidéki vízgyűjtőjű Hortobágy-Berettyó, amely a Keleti-főcsatornán keresztül a Tisza felől is kap vizet.

A Körös a Tisza második legnagyobb mellékfolyója. Vízgyűjtő területe $27\,537 \text{ km}^2$; e területnek csak a harmada hazai, kizárólagosan síkvidéki, belvizes terület. A rendszer folyóinak vízjárása tehát határainkon túl alakul ki. A vízrendszer fő folyójának a Fekete-Köröst tekintik, amelynek vízgyűjtője a Bihar legmagasabb csúcsáig emelkedik, viszonylag rövid szakaszon. A Fehér-Körös vízgyűjtője alacsonyabb, a fővízfolyás hosszabb. A Sebes-Körös vízgyűjtője a Fekete-Köröshöz hasonló. A mellékfolyók közül ugyan a Berettyónak a legnagyobb a vízgyűjtő területe, de annak $2/3$ -a még síkvidéki, alföldi terület és a hegyvidéki rész vízgyűjtője is a viszonylag alacsony fekvésű Meszes dombság.

A határon túli részen igen meredek Fekete-Körös vízszíneének esése a magyarországi szakaszon alig $10\text{--}12 \text{ cm/km}$. Ugyanannyi a felső szakaszán kevésbé nagy esésű Fehér-Körös és a Kettős-Körösnek nevezett szakasz itteni esése. A Sebes-Körösnek határon túli esése nem éri el a Fekete-Körös esését,

de a hazai szakaszon a vízszínesés a Berettyó beömléséig 25 cm/km, ez alatt 15 cm/km. Ennek megfelelően a hazai szakaszon – nevének megfelelően – a Sebes-Körös vize a gyorsabb. A legalsó szakaszon a vízszintet a Tisza szintje alakítja. Itt – a viszonylag ritka – permanens vízjárású időszakokban a vízszintesés 5 cm/km alatt van; ennek megfelelően a Tisza árvízi időszakban 100-120 km hosszon is visszaduzzaszt a Körösbe.

A négy folyó vízjárása vízgyűjtő területei magassági viszonyai és a mederesések szerint alakul. A meredek felső szakaszú és magashegység déli lejtőin eredő Fekete-Körös árvizei hamar lerohannak és már februárban jelentkeznek; viszonylag ritkán húzódnak át áprilisra. Az alacsonyabban eredő Fehér-Körös olvadásos árvizeit sokszor megelőzik. Az áprilisi olvadásos nagyvíz a Fehér-Körösön valamivel ritkább. A legmagasabb vízgyűjtőjű és a Bihar északi oldalán eredő Sebes-Körös hóolvadásból származó árvizei áprilisban jelentkeznek, de sokszor májusra is áthúzódnak. A Berettyó, alacsony vízgyűjtőjének megfelelően, már februárban hozhatja az olvadásos árvizeket, amelyek ápriliséig le is vonulnak. A legkisebb vizek a Berettyón és a Sebes-Körösön augusztusban, a Fekete- és Fehér-Körösön szeptemberben jelentkeznek. A téli időszak viszonylag enyhébb jellege miatt a téli lefolyás nem túl kicsiny.

Az alsó szakaszok rendkívül kicsiny esése miatt a Hármas-Körösnek, illetve a Kettős-Körösnek nevezett szakaszra a Tisza vízjárása visszahat. Az egymásra is kölcsönösen ható folyóágak vízállásviszonyait a kiépült vízlépcsőrendszer (Bökény, Békésszentandrás, Békés, Körösladány) alapvetően módosítja. A vízállások tehát csak a határszelvényekben jellemzik az érkező vízhozamokat.

A négy vízfolyás közül a legszélsőségesebb vízjárású a Berettyó. Víznyomja bő a legmagasabb vízgyűjtőjű Sebes-Körös kisvízi hozama.

A Tisza legnagyobb mellékfolyója a Maros 30 332 km²-nyi vízgyűjtőjével, melynek csak 6%-a, 1185 km² esik magyar területre. A folyó a határon átlépve 49 km-nyi út után Szeged fölött torkollik a Tiszába, csaknem a torkolatig nagy esésű, mederesése a hazai szakaszon is eléri a 25 cm/km-t. A Maros árvizei általában megelőzik a Tiszáét, és az árhullám maximuma áprilisra esik.

A Tisza fővölgyének esése a forrásvidéktől a Tiszaújlakig összesen 1410 m, innen Szegedig csupán 90 m. A Szamos-beömlés és a Tisza dunai torkolata közötti szakaszon 3 cm/km az átlagos esés. Szolnok alatt helyenként a 2 cm-t sem éri el az esés.

Tokajtól Titelig a Tisza középszakasz jelleggel óriási kanyarokat ír le, a legtöbb szakaszon csak felszínbe vágott medre van. Tokajtól lefelé a Tisza már kevés mellékfolyót fogad. A Tisza hegyvidéki vízgyűjtőjét folyamatosan koptatja. Szegednél évente kb. 12 millió m³ lebegtetett hordalékot mértek, árvízkor ennek többszöröse is lehetséges, amikor a síkon iszapját szétterítve lerakja.

A rendkívül kis esés miatt a víz középsebessége a magyarországi folyószakaszon sem haladja meg a másodpercenként 1 m-t, vagyis óránként a 3600 m-t. Egy sietősen gyalogló ember ennek kétszeresére, 6-7 km/óra-ra különö-

sebb gyakorlat nélkül képes. Semmi különös nincs tehát abban, hogy a folyószabályozás előtt a Tisza keresztül-kasul kanyargott a rónán, mert a lassan mozgó víz még a saját medrének tartós fenntartására sem volt képes.

Az árvízi körülmények között a kanyargós meder nem tudta a megsokszorozódott víztömeget elvezetni, és a szétterülő víz elöntötte a mélyedéseket, laposokat, egyúttal pedig szétterítette a hordalékát.

A Tisza vízgyűjtőnek legnagyobb részét vízzáró kőzetek és az azokat takaró vízzáró talajok borítják, ezért nincs mély beszivárgás, vagyis a felesleges víz teljes egészében lefolyik. Az örök hó határát általában el nem érő hegység peremlejtői viszonylag rövid szakaszon érik el a magyar medence szegélyét. A határon belépő Tisza vízgyűjtője a Sajó torkolatáig nyolcszorosára nő és a több mint 200 km hosszú szakaszon sorozatosan csatlakozó mellékvízfolyások nagyvizei összefuthatnak, majd a kisesésű szakaszokon lassan haladnak tovább. Gyakori eset, hogy az azonos időjárási frontból táplálkozó Körösök és Maros árhulláma megelőzheti a fentről érkező vizeket és az a különös helyzet sem ritka, hogy az alsó mellékvízfolyások árhulláma megelőző magáét a Tiszáét.

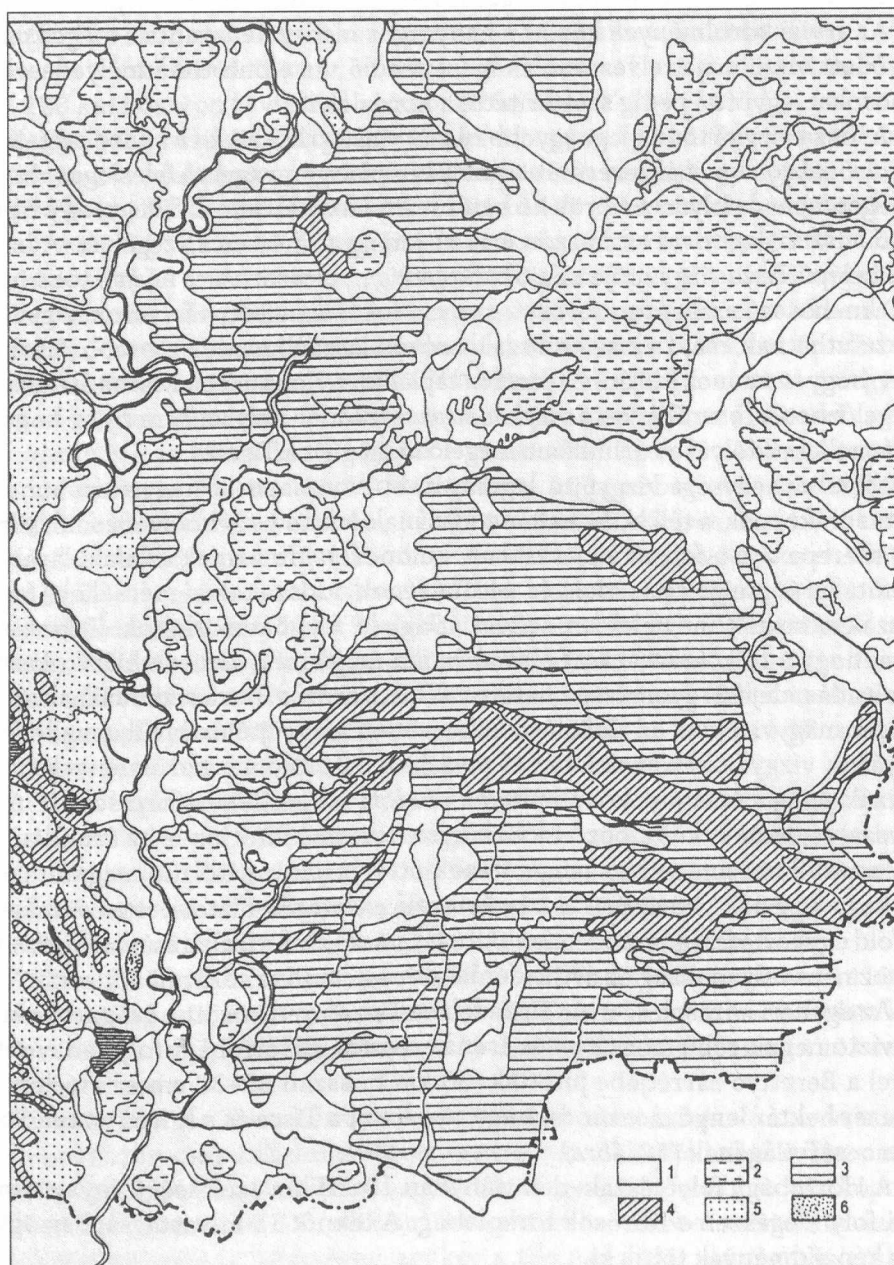
Mivel a hegységi vízgyűjtő legmagasabb vonulatai is nagyrészt hóhatár alatt sorakoznak, a téli hó felhalmozódásának és a tavaszi hóolvadásnak jelentős szerepe van a folyók vízjárásának, különösen árvizeinek az alakulásában. A hótakaró megjelenésének és eltűnésének időszakai a mérsékelt égövi évszakováltásnak megfelelően sokévi átlagban meghatározhatók. Tekintettel arra, hogy a folyók vízjárását elsősorban a nagyvizek, árvizek kialakulását a hóolvadás ideje és gyorsasága határozza meg, ezért a Tisza vízjárásának, árvizeinek, nagyvizeinek az alakulását a közvetlen vízgyűjtőjén kívül a mellékvízfolyások vízgyűjtőjén kialakult tél-tavaszi meteorológiai körülmények határozzák meg. Átlagos körülmények között a mellékvízfolyásokon nem egyszerre, hanem különböző időbeli késleltetéssel futottak le az árhullámok, ami az árvízvédelmi művek megépítése előtt február végétől júniusig váltakozva vagy egymást követően a részárterek elöntését biztosította. A magyar Alföld egykori vízellátásának, az elöntések, mocsarak vízellátásának biztosításához nem volt szükség az évtizedenként megjelenő rendkívüli árvizekre.

Az egykori leírások szerint Tiszadob és Tiszafüred között a bal parton kilépő víztömegek, több mocsáron és éren keresztül, a Hortobágy folyó közvetítésével a Berettyó sárrétjébe jutottak. 30 km hosszan 20–30 cm-es vízelöntés, 45 ezer hektár lengő mocsár csak egy része volt a Tisza és a Körös vízrendszer mocsárvilágának (12. ábra).

A Hortobágy folyó észak–déli irányban 10–15 km szélességű agyagteknőben folyik egészen a Körösök torkolatáig. A teknőt 15 m vastagságban agyagos képződmények töltik ki.

Ez a teknő, a Hortobágy és a Nagykunság mély övezete az egykori nagy tiszai árvizek lefolyási útvonala.

Az Alföld délkeleti részének domborzattípusai



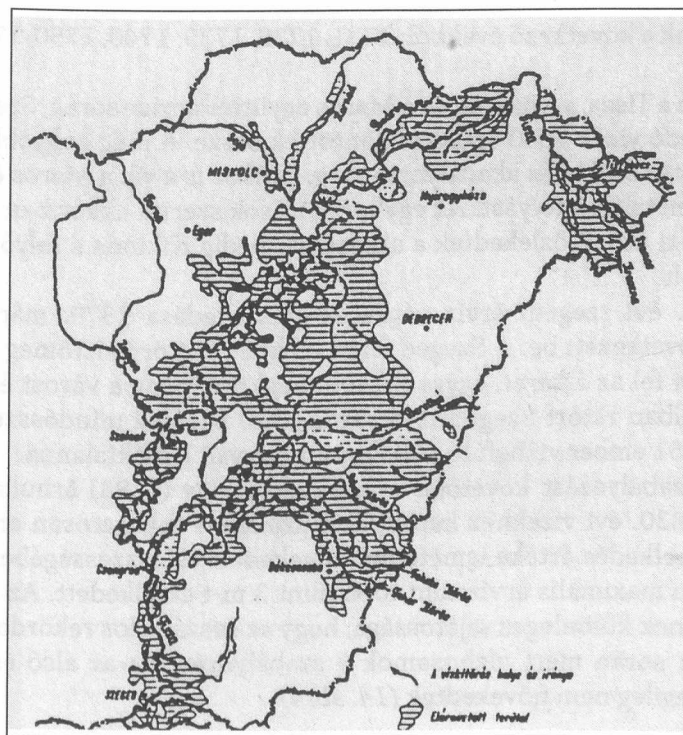
1 = alacsony ártér; 2 = gyenge lefolyású alacsony ártér; 3 = ármentes síkság (magas ártér);
 4 = infúziós lösz borította alacsony hordalékkúp; 5 = enyhén hullámos homokos síkság;
 6 = enyhén felszabdalt síkság

A Tisza-völgy neves kutatói egykori adatok felhasználásával rekonstruálták az akkori viszonyokat, s a térkép szerint egy-egy nagyobb árvíz a Sajó torlólattól a Berettyóig végigvonult az Alföldön és összeölelkezett a Körösök árhullámaival. A Tisza-völgy viszonyainak elvadulásában az a jelenség is szerepet játszott, hogy a meder mellett élő növényzet hatására a vízfolyással párhuzamosan övzátonyok alakultak ki, mert az árvíz kezdetekor a mederből kicsapó víz, a hirtelen vízsebesség csökkenése következtében hordalékot rakott le a part mentén. Az árvíz helyenként áttörte az övzátonyokat és árvízi kijáratok ún. fokok alakultak ki, ahol a víz kitódult az ártérre, de az apadó víz visszahúzódását a laposokból valamint a mély árterekreől az övzátony megakadályozta. A fokok elzárásával és/vagy megnyitásával alakult ki az ún. fok-gazdálkodás mert a gazdálkodás igényeinek megfelelően viszonylag könnyen lehetett visszatartani a vizeket a fok elzárásával, máskor pedig a fok megnyitásával vagy mélyítésével lehetett vizet szállítani (13. ábra).

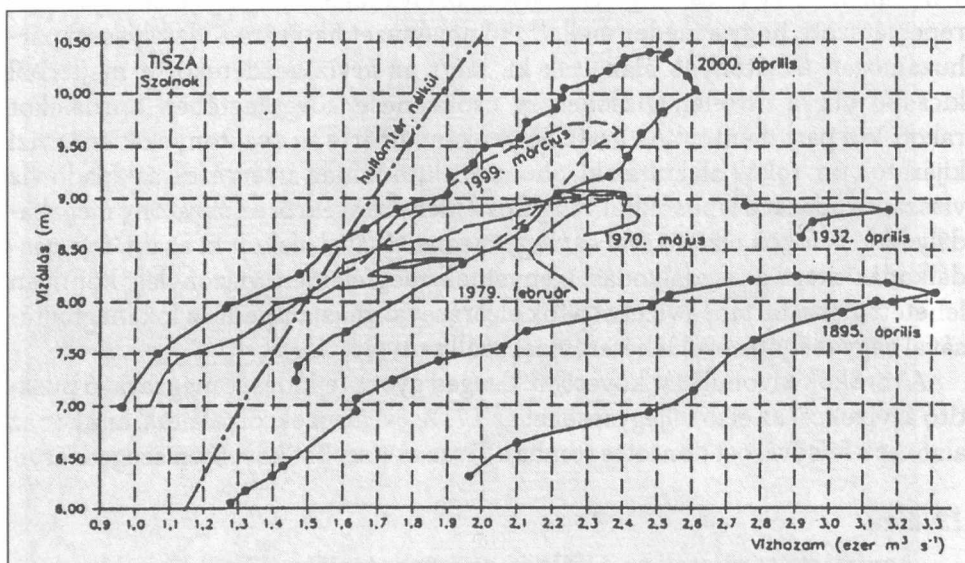
A törökök kivonulását követően, Szeged gyors fejlődését megzavaró pusztító árvizekről az első feljegyzéseket az 1712. évi árvizekről találták, amikor az alsó- és a felsővárost döntötte romba a Tisza árvize. Ezt követően szegedi árví-

13. ábra

Árvízárt terület az Alföldön az ármentesítés előtti időszakban



A vízhozam és vízszintalakulás összefüggése a Tisza szolnoki szelvényében a szabályozás óta. ($Qf[h]$) görbék



zekről tudunk a következő évekből: 1731, 1736, 1739, 1740, 1750, 1772, 1783, 1786, 1813.

1816-ban a Tisza, a Körösök és a Maros együttes árvize során, Szeged városában a fakadó vizek 1000 épületet döntöttek össze. A még nagyobb katasztrófát egy töltés szakadás akadályozta meg, amikor is a víz a Maros és Aranka patak medrén talált lefolyást. Az egykori leírások szerint akkoriban Szegedtől Kikindáig vízi úton közlekedtek a szegediek, pedig Kikinda a folyó medertől 24 km-re volt.

Az 1879. évi szegedi árvíz végzetes gátszakadása 1879. március 5-én Petresnél következett be. A Szeged felett 25 km-re kitörő víztömeg víztárolóként töltötte fel az árteret, egyre inkább megközelítette a várost és március 12-én hajnalban rátört Szegedre. A város 6350 házából mindössze 417 maradt épen, 151 ember vízbefúlt, 100 ezer ember vált hajléktalanná.

A folyószabályozást követően már az első nagy (1888) árhullám tetőző szintje az 1830. évi vizekhez képest Tokajtól lefelé fokozatosan emelkedett. Azóta az emelkedés értéke ismételtelen növekedett és összességében Szolnok térségében a maximális árvízszint több mint 3 m-t emelkedett. Az árvízszint növekedésének különleges sajátossága, hogy az évszázados rekordokat döntő árvízszintek során mért vízhozamok a szabályozás óta az alsó és középső Tiszán lényegileg nem növekedtek (14. ábra).

A felső-tiszai határon túli és határon belüli gátszakadásokhoz tartozó vízhozammérések hiányosak és összehasonlításra nem alkalmasak. A jelek arra utalnak, hogy a töltésezés számos helyen nem felelt meg a folyamszabályozás követelményeinek, a hullámtér szélessége egyenetlen, hol túl széles, hol túl keskeny, hídépítési és egyéb szűkületek akadályozzák a nagy árvizek levonulását.

Jegyzet

1 Szabályozás előtti adat

A folyó vízgyűjtőjének éghajlati viszonyai

A Tisza vízgyűjtőjének meteorológiai elemzése során igyekszünk áttekintő képet nyújtani azon paraméterekről, amelyekkel a feladat sokrétősége bemutatható. Sajnos döntően a hazai adatokra vagyunk kénytelenek támaszkodni, mivel a szomszédos országokkal való rendszeres klimatológiai együttműködést hátráltatja a meteorológiai adatok kommerzializációja, ha pedig ezt az akadályt sikerül legyűrni, akkor a mérési eszközök, módszerek, adatellenőrzési procedúrák eltérő volta okoz problémát. Manapság általánosan ismert, hogy a meteorológiai mennyiségek izovonalainak a határoknál törései vannak. A rendelkezésünkre álló régebbi adatokat azért nem vettük be az anyagba, mert a 20. század első felében tett, akkor helyes klimatológiai következtetés ma már nem biztos, hogy megállja a helyét.

Éghajlati áttekintés

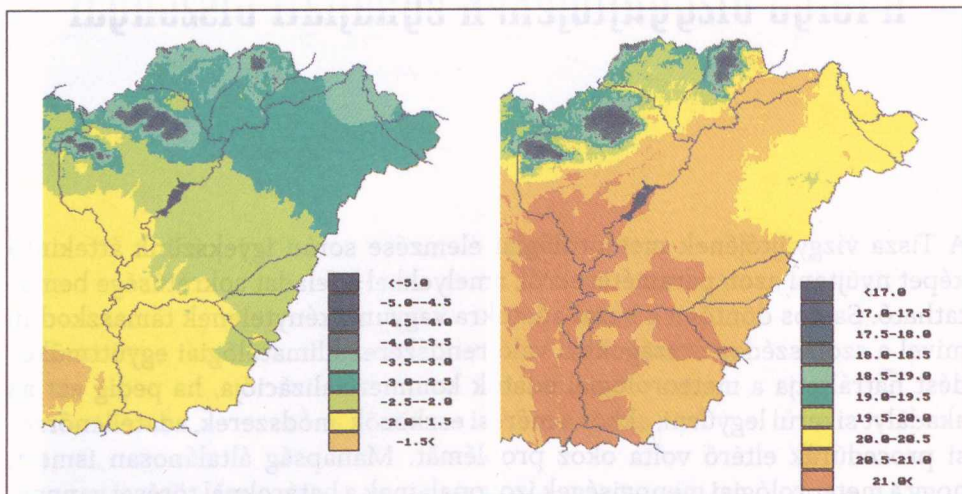
Egy térség klímáját célszerű éghajlati mezők alapján áttekinteni. Az itt bemutatott mezők egy olyan interpolációs módszer alkalmazásával készültek, amely figyelembe veszi a domborzat hatásait is.¹ A bemutatott térképek az 1961–1990-es időszak alapján készültek, ami a Meteorológiai Világszervezet ajánlása alapján a legutolsó éghajlati standard normál periódus.²

A vizsgált terület északnyugati része hazánk leghidegebb, déli pedig legmelegebb területei közé tartozik. Ennek oka az, hogy a hőmérséklet a földrajzi szélességtől, a tengerszint feletti magasságtól és a tengertávolságtól függ. Délről észak felé, valamint a magasság növekedésével a hőmérséklet csökken. Az óceán hatása miatt télen nyugatról keletre, nyáron pedig keletről nyugatra csökken a hőmérséklet. Míg Kékestetőn az évi középhőmérséklet 7°C táján alakul, addig Szegeden 11°C körül van. Itt már a 12°C feletti évi középhőmérséklet is előfordul. Az abszolút leghidegebb és legmelegebb hőmérsékletet is ezen a területen mérték $-35,0^{\circ}\text{C}$ -ot Görömbölytapolcán a múlt század leghidegebb telén, 1940-ben, illetve $41,7^{\circ}\text{C}$ -ot Békéscsabán, az addigi legmelegebb évben, 2000-ben.

A legmelegebb és leghidegebb hónap hőmérsékleti eloszlását mutatja a 15. ábra.

15. ábra

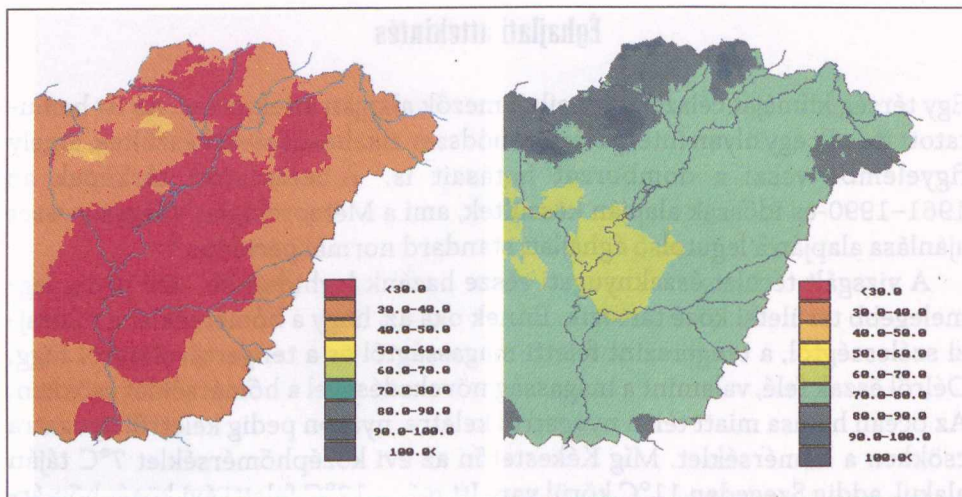
A terület januári és júliusi átlaghőmérséklete



Forrás: Magyarország éghajlati ..., 2001.

16. ábra

A februári és a júniusi csapadékösszegek

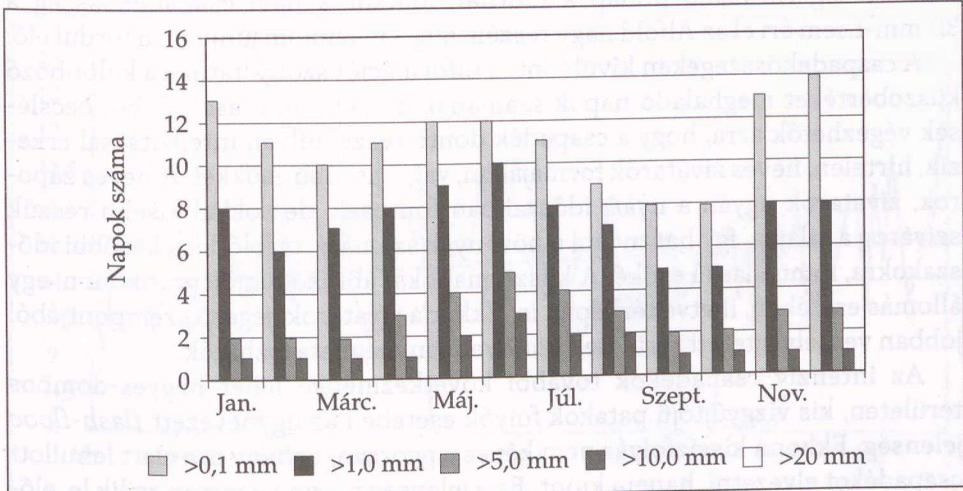


Forrás: Magyarország éghajlati ..., 2001.

A csapadékösszeg alakulására a domborzat és a tengerektől való távolság hat elsősorban. Ez abban nyilvánul meg, hogy az Északi-középhegységben a magasság növekedésével növekszik a csapadék mennyisége is, illetve az Alföld keleti, délkeleti határán a Kárpátok és a Bihar-hegység emelő hatására nagyobb

17. ábra

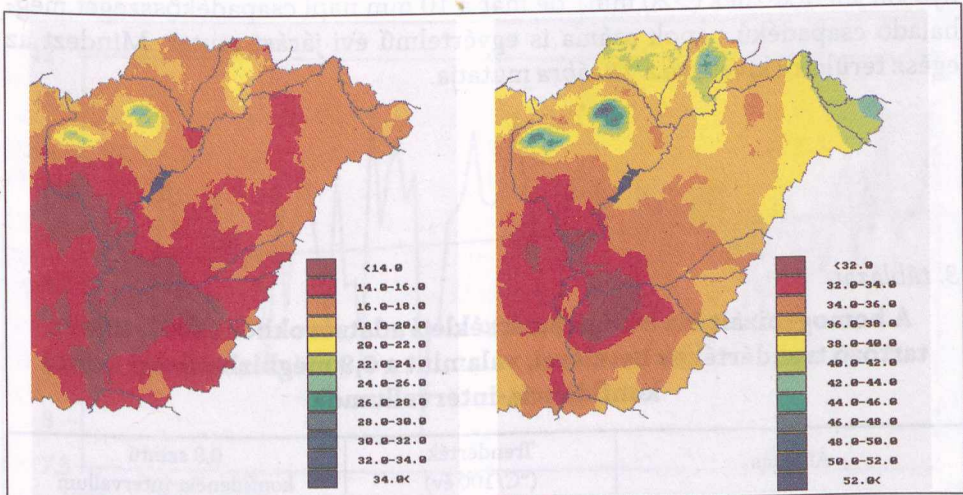
**Különböző küszöbértékeket meghaladó csapadéku napok száma
Debrecenben**



Forrás: Magyarország éghajlati ..., 2001.

18. ábra

Az 5 és a 10 mm-nél nagyobb csapadéku napok száma



Forrás: Magyarország éghajlati ..., 2001.

a csapadék mennyisége. Ezért a legszárazabb területek általában az Alföld középső részei. Ennek megfelelően az éves csapadékösszeg sokévi átlaga 450 és 800 mm között alakul. Csapadékosabb években azonban 1000 mm-t meghala-

dó csapadék hull elsősorban az Északi-középhegységben, de az Alföld déli részén is. Míg a hegységekben ez kiterjedten fordul elő, addig máshol lokálisan. Ezen utóbbi oka (például Bácsalmás, 1999) feltételezéseink szerint orográfiai lehet. A legszárazabb hónap a február, amikor a havi csapadékösszeg a 30 mm-t sem éri el az Alföld nagy részén, míg a maximum júniusban fordul elő.

A csapadékösszegeken kívül fontos információt szolgáltatnak a különböző küszöbértéket meghaladó napok számának összehasonlításai. Ebből becslések végezhetők arra, hogy a csapadék döntő része milyen intenzitással érkezik, hirtelen, heves zivatarok formájában, vagy lassúbb esőkkel. A heves záporok, zivatarok ugyan a nyári időszakban fontosak, de sokkal kisebb részük szivároga a talajba, így hasznosul a növények számára, tárolódik a későbbi időszakokra, mint a lassú esőké. A küszöbnapokat ábrázolhatjuk grafikonon, egy állomás esetében, illetve térképen is. Ekkor a zivatarok, jégeső szempontjából jobban veszélyeztetett területek könnyebben meghatározhatók.

Az intenzív csapadékok további következménye lehet hegyes-dombos területen, kis vízgyűjtőjű patakok folyók esetében az úgynevezett *flash-flood* jelenség. Ekkor a kisvízfolyás nem képes a gyorsan, néhány óra alatt lehullott csapadékot elvezetni, hanem kiönt. Ez a jelenség nagyon gyorsan zajlik le, előrejelzés nélkül gyakorlatilag elmenekülni is lehetetlen. Gyakran történik emberéletben is kár. Ilyen eset fordult elő például Kemencén 1999-ben, illetve Miskolc környékén 2002-ben.

A 17. ábráról jól látszik, hogy Debrecenben a nagycsapadékok kizárólag nyáron jelentkeznek (>20 mm), de már a 10 mm napi csapadékösszeget meghaladó csapadékú napok száma is egyértelmű évi járást mutat. Mindezt az egész területre kivetítve a 18. ábra mutatja.

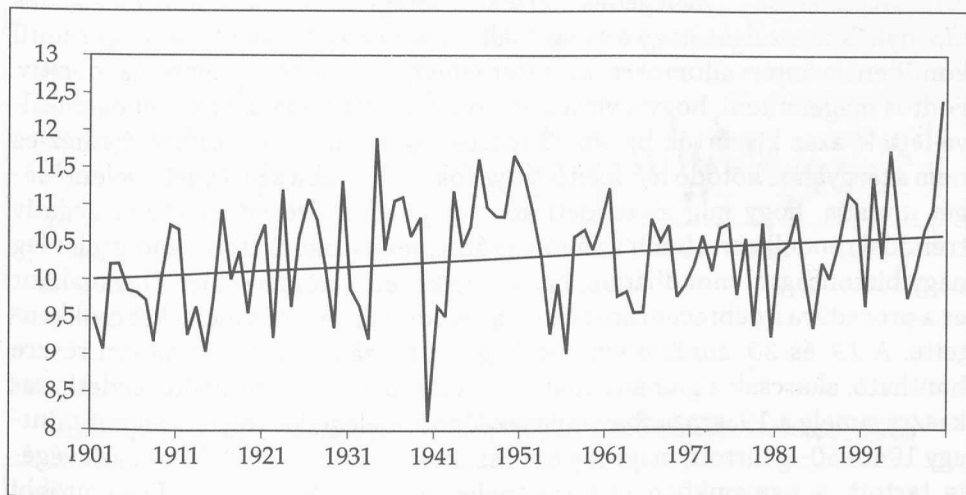
3. táblázat

A homogenizált évi középhőmérsékleti adatsorokhoz (1901–2000) tartozó trendértékek becslései, valamint a 0,9 megbízhatósági szintű konfidencia-intervallumok

Állomás	Trendérték (°C/100 év)	0,9 szintű konfidencia-intervallum
Debrecen	0,57	(0,17 ; 0,96)
Kecskemét	0,62	(0,22 ; 1,02)
Miskolc	0,59	(0,18 ; 1,00)
Nyíregyháza	0,49	(0,07 ; 0,92)
Szeged	0,60	(0,19 ; 1,01)

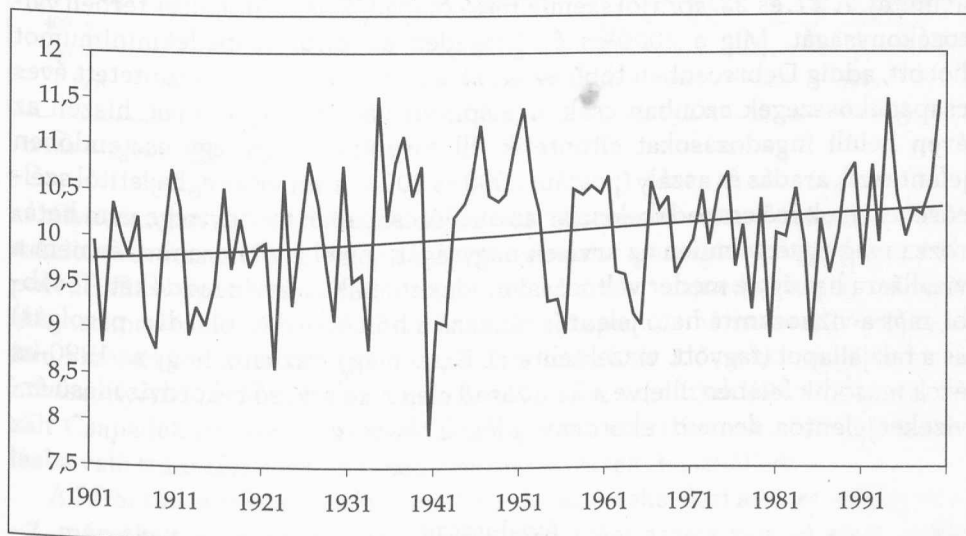
19. ábra

**Szeged homogenizált évi középhőmérsékleti adatsora (1901–2000),
az illesztett lineáris trendvonalal**



20. ábra

**Debrecen homogenizált évi középhőmérsékleti adatsora (1901–2000),
az illesztett lineáris trendvonalal**



Hosszú adatsorok

A 3. táblázatban található adatokból jól látható, hogy az elmúlt században hazánk keleti felében a melegedés mértéke mintegy $0,5\text{--}0,6^{\circ}\text{C}$ volt. A melegedés bizonyítékaul szolgál, hogy a vizsgált állomásokra a 0,9 megbízhatósági szintű konfidencia-intervallumokra az intervallumok mindkét végpontja pozitív. Fontos megemlíteni, hogy a vizsgálatához felhasznált adatsorok homogenizálva lettek, azaz kiszűrtük belőlük a mesterséges, a mérés körülményeihez és nem a tárgyához kötődő módosító tényezőket.³ Ennek a szűrésnek a jelentőségét mutatja, hogy míg az eredeti adatsor például Szeged esetében negatív trenddel rendelkezett (amit az állomás áthelyezése okozhatott), addig jelenleg nagy biztonsággal mondhatjuk, hogy emelkedett a hőmérséklet. Ugyanakkor ez a procedura a debreceni adatsoron az eredeti melegedés mértékét csökkentette. A 19. és 20. ábrából kitűnik, hogy az évszázados menet három részre bontható, akárcsak a globális adatsorok esetében: egy melegedő kezdeti szakaszra, amely a 19. században megkezdődött melegedés folytatásaként mintegy 1945–50-ig tartott, majd egy hűlő szakasz után, ami az 1970-es évek végéig tartott, a napjainkban is tartó melegedés következett be. Ezen utóbbi intervallum trendje magasabb, mint az évszázadosé, az utóbbi mintegy harminc évben az évszázados mintegy háromszoros növekedési sebességével szoktak számolni.

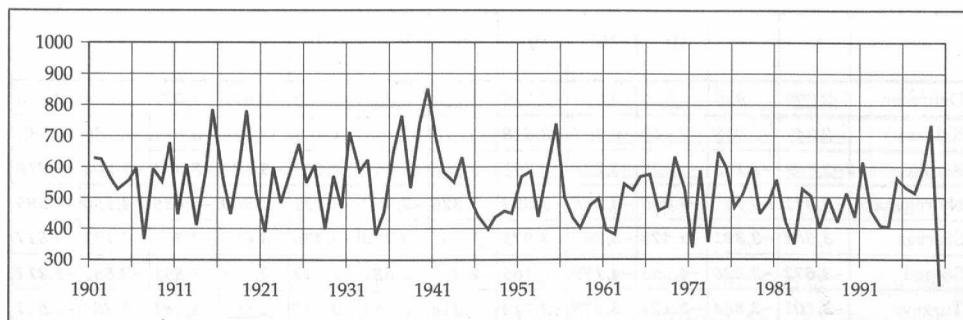
A hosszú csapadéksorok alapján a csapadékmennyiség csökkenő tendenciát mutat. A 21. és 22. ábráról szemlélteti a csapadék nagy időbeli és térbeli változékonyságát. Míg a 2000-es év Szegeden abszolút csapadékminimumot hozott, addig Debrecenben több év is szárazabb volt nála. A feltüntetett éves csapadékösszegek azonban csak az alapinformációt szolgáltatják, hiszen az éven belüli ingadozásokat eltüntetik. Előfordulhat, hogy egy esztendőben jelentkezik áradás és aszály (például 2000 és 2002), aminek az éghajlatitól szélsőségesen eltérő csapadékeloszlás az oka. A csapadék mennyisége nem határozza meg egyértelműen az árvizek nagyságát, mivel a vízhozamra, és nem a vízállásra hat, így a meder változásai módosíthatják az árvíz mértékét. További, már a vízhozamra ható jelentős tényező a hőmérséklet (olvadás, párolgás) és a talajállapot (fagyott, vízzel telített). Ezzel magyarázható, hogy az 1990-es évek második felében, illetve a 21. század elején keletkező rekordvízállású árvizeket jelentős, de nem rekordcsapadékok okozták.

Aszályosság

Mivel az aszálynak általánosan elfogadott definíciója nincs, ezért nehéz a mérése. Ennek következtében problémákat okoz a kezdetének, és általában a végének, kiterjedésének a megállapítása. Az aszály mennyiségi leírásához

21. ábra

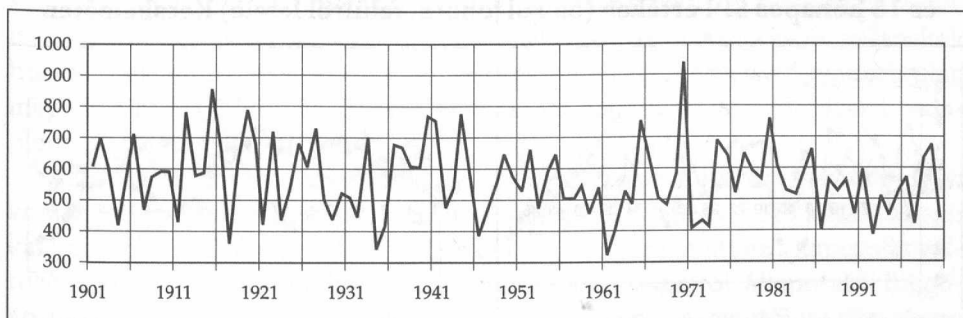
Az éves csapadékösszeg idősorai 1901 és 2000 között Szegeden



Forrás: Magyarország éghajlati ..., 2001.

22. ábra

Az éves csapadékösszeg idősorai 1901 és 2000 között Debrecenben



Forrás: Magyarország éghajlati ..., 2001.

aszályindexeket használunk. A definíciós problémák miatt nagyon sokféle aszályindex használatos, leggyakrabban a relatív párolgást (a tényleges és a potenciális evapotranspiráció hányadosa), a relatív talajnedvességet (az aktuális hasznos talajnedvesség és a hasznos vízkapacitás hányadosa), a Palmer-féle aszályindexet (PDSI, az aktuális és a megelőző időszakok csapadék- és hőviszonyaiból, valamint a talaj tulajdonságaiból számítjuk ki) és a Standardizált Csapadék Indexet (SPI, a csapadék gamma eloszlásának normális eloszlásba való transzformációja során keletkezett érték) használjuk.

A PDSI index szerint aszály kezdődik, ha az értéke eléri a -1 -et, enyhe -1 – -2 , mérsékelt -2 – -3 , súlyos -3 – -4 és extrém aszály van -4 alatt. Tehát amennyiben a tendenciája csökkenő, az aszályhajlam növekszik. Mann-Kendall teszttel vizsgáltuk a csökkenés szignifikanciáját. Az eredményeket a 4. táblázat mutatja. Egyértelműen látszik a csökkenés statisztikailag megalapozott volta. Nyíregyházán, Szarvason és Szegeden minden hónapra 1%-os

4. táblázat

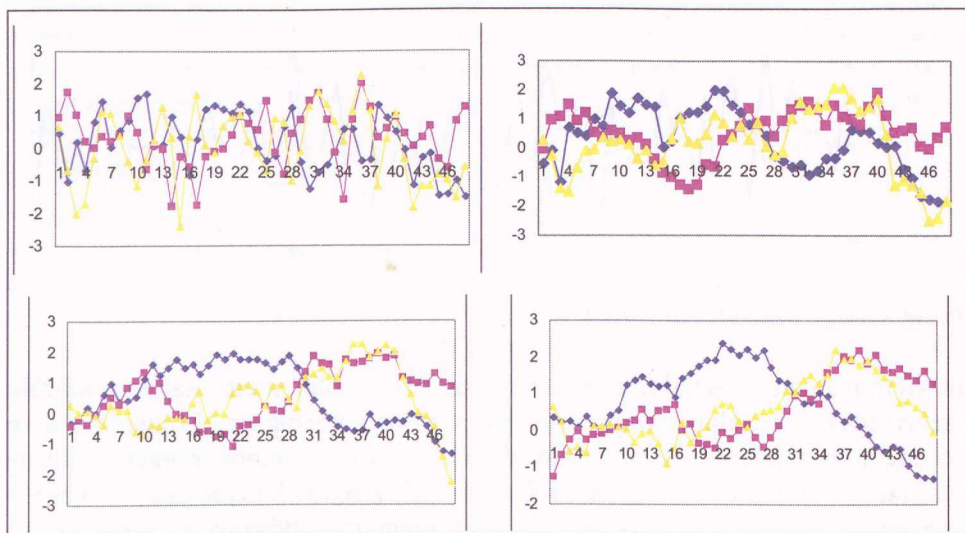
A Palmer-féle aszályindex tendenciájának szignifikanciája (1881–1995)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Debrecen	<u>-2,299</u>	<u>-1,999</u>	<u>-2,526</u>	<u>-2,033</u>	<u>-2,076</u>	<u>-2,159</u>	<u>-2,260</u>	<u>-2,183</u>	<u>-2,671</u>	<u>-3,077</u>	<u>-3,024</u>	<u>-2,816</u>
Kalocsa	<u>-2,347</u>	<u>-2,018</u>	<u>-2,540</u>	<u>-2,497</u>	-2,618	<u>-2,072</u>	-1,448	-1,665	<u>-2,139</u>	-2,821	<u>-2,139</u>	-1,632
Kecskemét	<u>-2,802</u>	-2,163	<u>-3,092</u>	<u>-3,295</u>	<u>-3,261</u>	<u>-2,632</u>	-1,951	-2,966	-3,183	-3,831	-3,208	-2,719
Nyíregyháza	-3,971	-3,657	-4,005	-4,266	-3,894	-3,826	-3,967	-3,121	-3,560	-4,435	-4,150	-4,295
Szarvas	-3,502	-3,391	-3,478	-3,967	-3,971	-3,541	-3,270	-3,425	-3,696	-4,363	-4,121	-3,817
Szeged	-3,672	-3,938	-4,155	-4,179	-4,165	-2,937	-2,681	-2,197	-2,743	-3,851	-3,657	-3,217
Túrkeve	-3,101	-2,884	-3,174	-3,478	-2,714	-3,314	-2,951	-2,850	<u>-2,555</u>	-4,141	-3,764	-3,517

10%: dőlt, 5%: dőlt aláhúzott, 1%: félkövér dőlt

23. ábra

A 20. század három legbelvizesebb időszakához tartozó 2, 6, 12 és 18 hónapos SPI értékek (balról jobbra, felülről lefelé) Kecskeméten



A csillag az 1939–42-es, a négyzet az 1963–66-os és a háromszög az 1997–2000-es időszakot mutatja.

szinten kimutatott a csökkenés, Túrkeven 11 hónapban, és csak Kalocsán három, Kecskeméten pedig egy esetben nem bizonyult legalább 10%-os szinten szignifikánsnak a csökkenés.⁴

Az aszályindexekkel nemcsak a száraz, hanem a nedves periódusokat is lehet vizsgálni. A 23. ábra jól mutatja a múlt század három belvizes periódusának jellegzetességeit. Minél több hónapra vonatkozó SPI értéket vizsgálunk, a rövidebb ingadozások annál kevésbé jelennek meg, annál inkább kitűnik

5. táblázat

A vízhozam és az SPI indexek közötti kapcsolat néhány időskálán

Folyó	Korreláció (r)							
	SPI1	SPI2	SPI3	SPI6	SPI12	SPI18	SPI24	PDSI
Fekete-Körös	0,3324	<u>0,4493</u>	0,4418	0,3274	0,2062	0,3531	0,3681	0,3463
Zagyva	0,3471	0,4639	0,4894	<u>0,5133</u>	0,4607	0,2278	0,1783	0,5226

Az aláhúzott értékek a maximumok. A tesztstatisztika valamennyi értéke 1%-on szignifikáns

a hosszabb idejű változás. A rövidebb SPI értékek pedig mutatják, hogy még egy-egy nedves perióduson belül is hosszabb-rövidebb száraz időszakok bekövetkezhetnek. A kéthónapos SPI értékek (bal felső ábra) analízise a nagy zaj miatt nehézkes. Már a hathónapos SPI-n is látszik, de a hosszabb átlagoknál még nyilvánvalóbb, hogy a lehullott csapadékmennyiség szempontjából terjedelemben a leghosszabb jelenség az 1939–42-es belvíz volt. Minden időskálán a három intervallumban a leesett csapadék havi maximuma hasonló, de az 1963–66-os és az 1997–2000-es időszakban a szárazabb időszakok hosszabbak, mint 1939–42-ben. A 2000-es évben április elejétől gyakorlatilag megállt a csapadékhullás, nyárra már aszály alakult ki, ami jól látszik valamennyi időléptékű grafikonon.

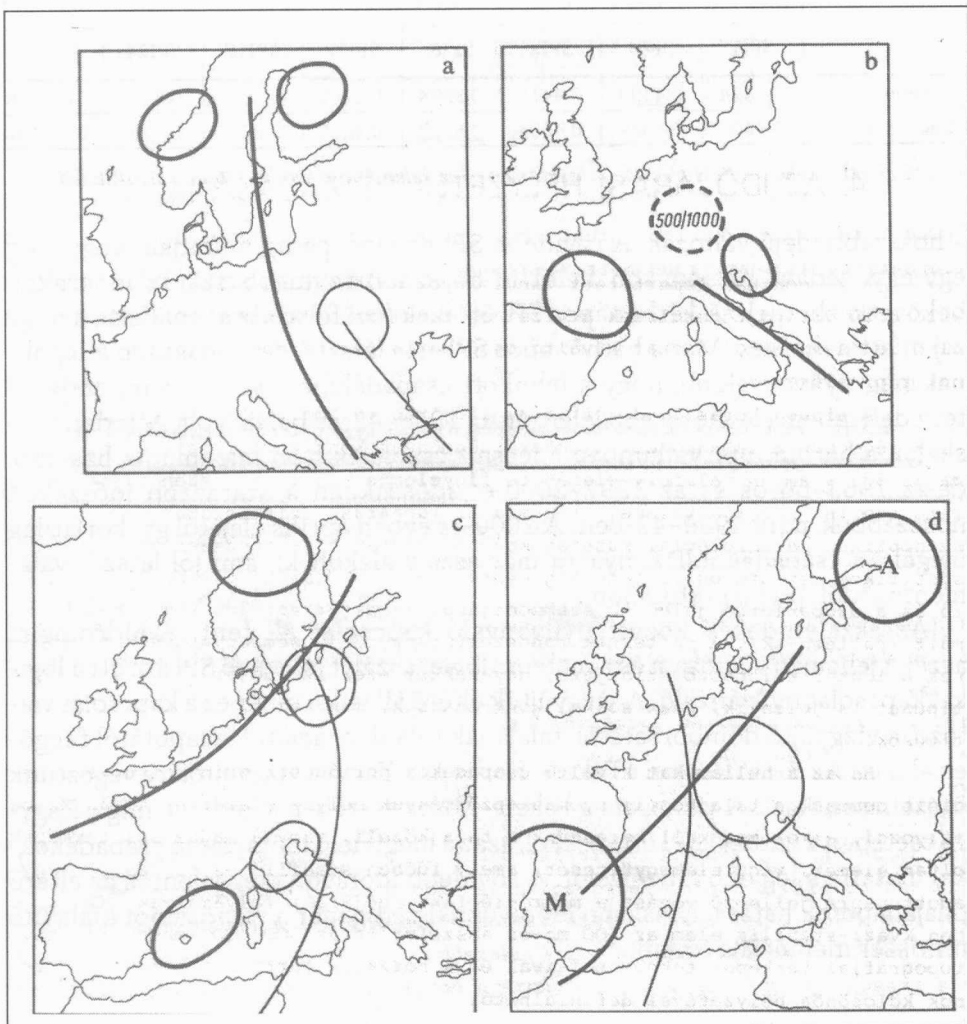
Az aszályindexek között nyilvánvaló kapcsolat áll fent. A hidrológiai aszályt jellemző vízhozam és a meteorológiai aszályt jellemző SPI között a logikai kapcsolat nyilvánvaló. A vízgyűjtők eltérő állapota miatt ez a kapcsolat változó, a vízgyűjtő domborzatától, talajának tulajdonságaitól, állapotától függően alakul. Az 5. táblázaton a Fekete-Körös és a Zagyva vízgyűjtőjére végeztünk összehasonlítást. A vízhozam a Fekete-Körös esetében a kéthavi, míg a Zagyva esetében a hathavi SPI értékekkel, azaz a megfelelő időtartamú csapadékokkal mutatta a legjobb korrelációt. A rövidebb időtávon még jelentős az eltérő talajállapotok hatása, hosszabb időtávoknál pedig már a vízhozamot kialakító rendszer memóriája romlik.⁵

Árvíz

Az árhullámokat kiváltó csapadékos periódusok időjárési rendszereinek tipizálására Bodolainé⁶ hét típust határozott meg.

A típus alkotás három alapeleme az 500 hPa-s abszolút és az 500/1000 hPa-s relatív topográfiai térképek teknővonalai, illetve a hozzájuk tartozó talajközeli ciklonok kölcsönös helyzetével definiálható. A vizsgálatok alapját múltbeli árhullámok sorozata szolgáltatta a Duna és a Tisza vízgyűjtőterületén, amikor már magassági mérések is rendelkezésre álltak. Egyes típusokat a közepes me-

**A Bodolainé-féle típusok alapelemeinek karakterisztikus helyzetei.
Az 500 hPa-os szint teknővonalai és a cikloncentrum sematikus helyzetei**



a. Centrum (vékony vonal) és West (vastag vonal)

b. Hideg légcsepp

c. West peremháborgási (vastag vonal) és Vonuló mediterrán (vékony vonal)

d. Zonális (vastag vonal) és Nyugati ciklon (vékony vonal) típus esetén

zókkel mutatta be a szerző, amely mezők az egyes típusnapok mezőinek átlagolásával születtek. Az alapelemek karakterisztikus helyzetait a 24. ábra mutatja.

Természetesen nem minden nagy csapadékos nap sorolható be a megismert típusok közé, hiszen csapadék másféle szituációk nyomán is felléphet.

Az 1998 és 2001 között az árhullámok kialakulásában meghatározó szerepet játszó napok szinte mindegyike azonban a bemutatott típusok valamelyikébe besorolható. Ezek a napok és típusok a következők voltak:

- az 1998-as árvizet meghatározó csapadékperiódusban 24 óra alatt november 4-én hullott a legtöbb csapadék, e nap típusa W_p ,
- a 2000 áprilisában kialakult árhullámot közvetlenül megelőző csapadékos napok, április 4-6., típusai: C_w , M, M.
- a 2001 március eleji 3-5-ig tartó jelentős csapadékot adó napok típusai C_w .

Az 1999-es nyár legcsapadékosabb napjainak időjárása (július 9-12.) a hideg légcsepp típushoz sorolható. A hideg légcsepp típus gyakran hoz létre mezoléptékű konvektív rendszereket, hiszen július 9-12. között mezoléptékű konvektív komplexum magyarázta a csapadékfolyamatokat. A 2001 március eleji nagy csapadékok mutatják, hogy a C_w típus márciusi nedvességi mezeje Tisza felé irányuló nedvesség szállításra utal.

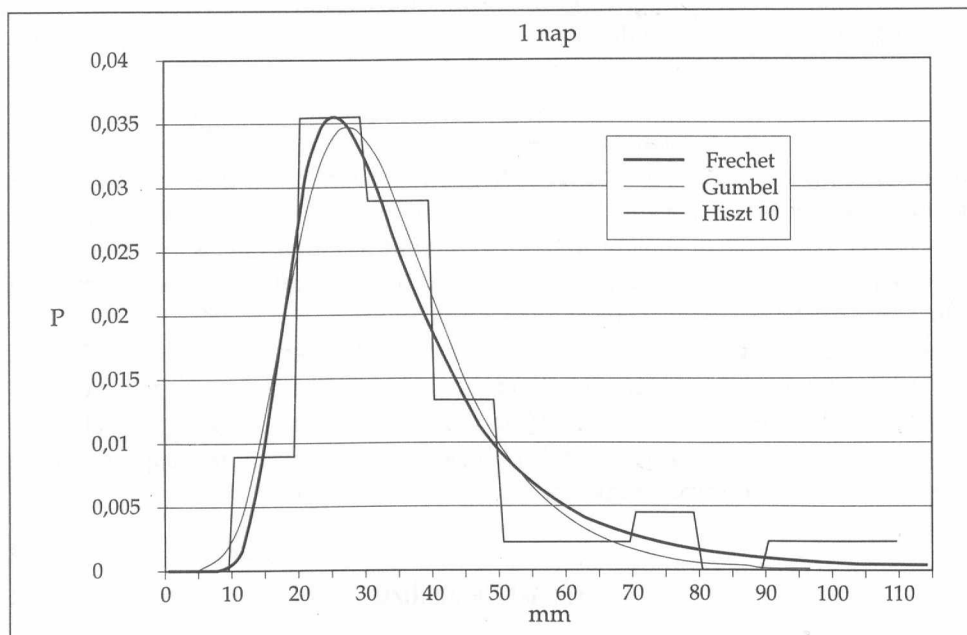
A feldolgozott árvizes esetekben⁷ a Tisza vízgyűjtőjén a W , W_p , M és C típusok szerepe volt a meghatározó. A vizsgált négy évben is megfigyelhető ezen típusok kitüntetett szerepe, de az 1998-2001-es időszakban a C_w típus is gyakoribbá, és szerepe is egyre jelentősebbé vált, a 2001 márciusi csapadéérték rekordot jelent ezen típus számára.⁸

Extrémérték-analízis

A napi csapadékadatok évi maximumai (1960-2000) egy 41 elemű mintát képeznek, amiből a kétparaméteres *maximum likelihood* becslés a Gumbel-típus feltételezése mellett ($k=0$) az $u=28,46$, és a $b=11,7$ értéket szolgáltatja. A 10, 20, 50, és 100 éves visszatérési időkhöz tartozó tervezési értékek rendre 54,8, 63,2, 74,1, 82,3 mm. Ezek szerint a 82,3 mm-nél nagyobb maximális napi csapadék átlagosan 100 évente egyszer fordul elő. A 41-es mintanagyságon ténylegesen megfigyelt maximális csapadék 106 mm volt, ami azt sejteti, hogy a Gumbel-típus alulbecsli a tervezési értéket.

Jenkinson-eloszlással dolgozva $k=-0,22$ adódik, ebből következően a legmegfelelőbb aszimptotikus eloszlás a Frechet-típus. Az ehhez tartozó paraméterek $u=27,16$, $b=10,55$. Ekkor a tervezési értékek a megfigyelésekkel sokkal inkább összhangban állnak, mert az említett visszatérési időkhöz rendre 58, 71,7, 92,9, 112 mm tartozik. Az évi maximumok hisztogramja, valamint a Gumbel-közelítéshez, és a Frechet-típushoz tartozó becsült sűrűségfüggvény látható a 25. ábrán.⁹

**Frechet és a Gumbel sűrűségfüggvény becslés,
illetve a napi csapadékösszegek évi maximumainak hisztogramja
a Zagyva–Tarna vízgyűjtőre**



6. táblázat

Maximális havi csapadékösszegek 1901–1980

Vranov	93	78	109	125	150	207	183	172	175	220	127	123	919
Sobrance	130	135	109	105	149	200	197	202	158	264	130	130	1067
Michalovce	106	87	101	119	151	206	180	243	166	223	146	129	1050
Malcice	97	83	104	201	160	170	188	209	198	190	182	113	1093
Trebisov	80	78	102	94	161	182	160	228	154	167	103	92	905
Somotor	111	81	122	99	129	177	187	275	156	192	142	119	913

Forrás: Samaj et al., 1991.

Kitekintés

Amint említettük, megbízható minőségű határontúli adatokhoz nem egyszerű hozzájutni. A közvetlen szomszédos területek éghajlata hasonló a magyar területekéhez, amit a felvidéki kelet-szlovákiai síkság példáján szemléltetünk.

7. táblázat

Minimális havi csapadékösszegek 1901–1980

Vranov	7	2	0	7	4	20	15	12	4	2	2	9	373
Sobrance	7	2	0	5	6	15	4	6	2	1	3	5	369
Míchalovce	6	2	0	8	1	15	5	4	3	0	1	6	304
Malcice	5	1	0	5	0	14	0	7	3	0	0	4	250
Trebisov	2	0	0	5	4	7	17	2	1	0	0	3	283
Somotor	3	1	0	6	14	9	16	11	2	0	0	3	342

A síkság szélviszonyait az alacsony szélsősebesség (2,3–2,8 m/s) jellemzi, a domináns szélirány az északi, amit a Vihorlát és a folyók völgyei módosítanak. Hőmérsékleti szempontból homogén terület, csak a tengerszint feletti magasság csökkenti a hőmérsékleti értékeket. A csapadék az egyik legváltozékonyabb meteorológiai elem. A középső és keleti területeken 600 mm alatt marad az éves csapadék, míg északkelet felé a csapadék mennyisége növekszik, és eléri a 800–900 mm-t. A legnedvesebb hónap a június 78–90 mm, a legszárazabb a március 27–38 mm csapadékkal. Az éves abszolút maximum 1093, az abszolút minimum 250 mm. A szélsőértékekről részletesebben a 6. és 7. táblázat számol be.

A hóréteg átlagos vastagsága 15–56 cm, az átlagos maximális magasság 47–86 cm, az abszolút maximum 340–800 cm, a legalább 1 cm-es hótakarós napok átlagos száma 49–71, a legalább 5 cm-esé 17–54, 10 cm-esé 7–37. Az újhó átlagos vastagságának összege 482–997 cm.

Jegyzetek

- 1 Dittmann, E. et al.
- 2 Magyarország éghajlati atlasza, 2001.
- 3 Szalai és Szentimrey, 2001.
- 4 Bussay A. et al., 1999.
- 5 Szalai S. et al.
- 6 Bodolainé-Jakus, E., 1983.
- 7 Bodolainé-Jakus, E., 1983.
- 8 Homokiné Újvári K. et al., 2001.
- 9 Lakatos, 2001.

Irodalom

- Bodolainé-Jakus, E.: Az árhullámok szinoptikai feltételei a Duna és a Tisza vízgyűjtőterületén. 1983.
- Bussay A., Szinell Cs., Szentimrey T.: Az aszály magyarországi előfordulásainak vizsgálata és mérhetősége. In: Éghajlati és Agrometeorológiai Tanulmányok 7. (szerk. Szalai S.), OMSZ, 1999. pp. 9–66.

- Dittmann, E., Müller-Westermeier, G., Kreis, A., Fuchs, P., Szalai, S., Bihari, Z., Bussay, A., Szentimrey, T., Szinell, Cs.: Spatial Interpolation of Climatological Parameters. *DWD Forschung und Entwicklung*. Nr. 57. Offenbach am Main, 1999.
- Homokiné Újvári K., Konkolyné Bihari Z., Lakatos M.: *A Tisza vízgyűjtő éghajlati viszonyai alakulásának vizsgálata, különös tekintettel a nagy árvizeket kiváltó meteorológiai helyzetekre*. Tanulmány készült az OVF megbízásából, témavezető: Szalai S. Országos Meteorológiai Szolgálat, 2001.
- Lakatos M.: *Meteorológiai extrém értékek vizsgálata magyarországi adatsorok alapján, becslésük lehetőségei*. KAC pályázat tanulmánya, témavezető: Szalai S. Országos Meteorológiai Szolgálat, 2001.
- Magyarország éghajlati atlasza*. Országos Meteorológiai Szolgálat, 2001. 108 p.
- Samaj, F., Valovic, S., Brázdil, R.: Denné úrhny zrázok s mimoriadnou vydatnostou v CSSR v období 1901–1980. *Zbornik prác SHMÚ*, 1985. 24. 9–112.
- Szalai, S., Szinell, Cs., Zoboki, J.: Drought Monitoring in Hungary. *Proceedings of the Expert meeting of WMO on Drought Early Warning System*, WMO, Geneva, 2000. pp. 161–181.
- Szalai, S. és Szentimrey, T.: Melegedett-e Magyarország éghajlata a XX. században? In: *Id. Dr. Berényi Dénes 100. Születésnapjának szentelt tudományos ülés előadásai*. Szerk.: Dr. Szász Gábor, DE-MTA-OMSZ, 2001. pp. 203–214.

A vízgyűjtő talajai

A Tisza folyó vízgyűjtőjét és térségét érintő komplex kutatási program kidolgozásához, természeti értékeinek feltárásához az agroökológiai környezet vízgyűjtő szintű megismerése elengedhetetlenül fontos. Ennek előkészítéséhez a Tisza folyó vízgyűjtőterületének talajtani jellemzése rendelkezésünkre áll, kisléptékű 1:100 000, 1: 250 000 méretarányban.

A kialakítandó „Tisza folyó és térsége” informatikai rendszer egyik alapeleme kell hogy legyen az egyik legfontosabb erőforrásunk, a talaj térbeli változottságát leíró, a térség fenntartható fejlődését lehetővé tevő talajfunkciókról tájékoztató térképi alapú talajtani információs rendszer.

Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetében az 1980-as években kezdődött meg a korábbi kutatások során felhalmozott és archivált, különböző részletességű talajtani adatok adatbázisokba szervezése (kezdetben saját fejlesztésű szoftverek segítségével). Elsőként főként regionális léptékű komplex talajtani-környezetvédelmi adatbázisok épültek. Napjainkban a települések, illetve nagygazdaságok földhasználattal kapcsolatos döntéseit, illetve regionális-térségi szintű területhasznosítási és fejlesztési programok megvalósítását segítő integrált térinformatikai rendszerek fejlesztése folyik.

A Tisza folyó környezete

A Tisza folyó hossza a forrástól a torkolatig 966 km, vízgyűjtő területe közelítőleg 157 000 km² kiterjedésű és döntően négy Közép-kelet-európai ország (Magyarország, Románia, Ukrajna és Szlovákia) területén helyezkedik el.

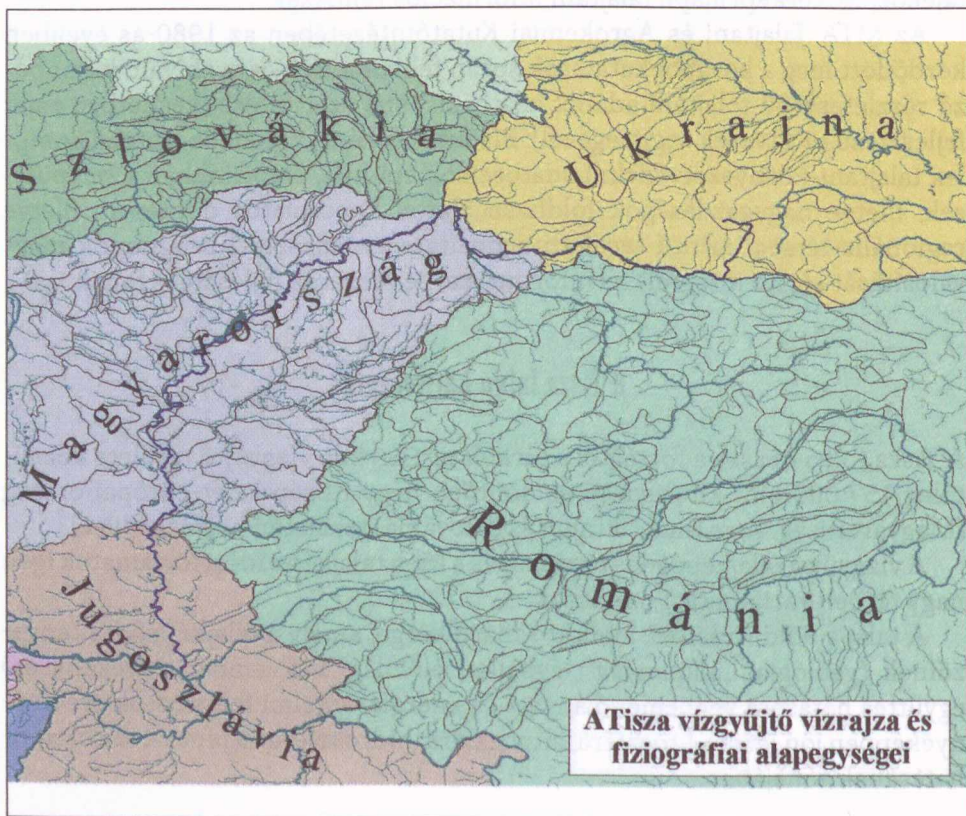
A vízgyűjtő talajképződés tényezői és a főbb talajképződési folyamatok igen nagy térbeli variabilitást mutatnak.

A talaj a Föld legkülső, mállott szilárd kérge, amely a talajképződés tényezőinek (geológiai „alapanyag”, éghajlat, élővilág, idő, emberi tevékenység) együttes hatására végbemenő anyag- és energiaforgalmi folyamatok eredményeképpen jön létre a litoszféra, atmoszféra, hidroszféra és bioszféra kölcsönhatásának zónájában.

A talaj és talajhasználat, valamint a környezet közötti kölcsönhatás ténylegesen kétoldalú. A talajhasználat káros hatásai egyrészt talajkészleteinket, azok sokoldalú funkcióinak zavartalanságát veszélyeztetik, másrészt fenyegetést jelentenek környezetünk többi elemére: a felszíni és felszín alatti vízkészletekre, a felszínközeli légkörre, az élővilágra, a bioszférára, a tájra is. A káros hatások kivédése, megelőzése, megszüntetése, vagy bizonyos ésszerű túrési határig történő mérséklése tehát lényegesen több mint talajvédelem: a környezetvédelem, ezen belül az agrár-környezetvédelem egészének megkülönböztetett fontosságú része. Ugyanakkor a talaj védelme sem szűkíthető le a talajhasználat kedvezőtlen hatásainak elhárítására, hanem a környezetvédelem másik fontos részeként magában foglalja a talajt érő egyéb környezeti hatások ellenőrzését, szabályozását is.

A talajok jellemzése, különösesen azok klasszifikációja országoként részleteiben eltérő nomenklátúra szerint történik, így a részletes jellemzést ezért országoként végeztük el.

A Tisza-vízgyűjtő vízrajza és fiziógráfiai alapegységei



A talajképződés tényezői

A Tisza-vízgyűjtő magyarországi területe 47 ezer km², amelyen belül a *talajképződés tényezői* igen nagy térbeli variabilitást mutatnak:

(a) A felszíni vagy felszínközeli *geológiai képződmények* (mint a talajképződés „alapanyagai”, „anyakőzet”) igen változatosak, származásukat, kialakulásukat, ásványi és kémiai összetételüket, szemcseméret-megoszlásukat, fizikai és kémiai mállással szembeni ellenállóságukat tekintve egyaránt. Magyarország talajainak nagy része viszonylag fiatal (negyedkori vagy későbbi) képződményeken alakult ki, s az országnak csak kisebb hányadát borítják régebbi (harmadkori vagy idősebb) talajképző kőzetek:

- különböző üledékes, magmás vagy vulkáni kőzetek és málladékaik: 6,8%;
- harmadkori és idősebb üledékek (beleértve a hajdani Pannon beltenger nehéz mechanikai összetételű, nagy sótartalmú üledékeit): 7,5%;
- negyedkori (pleisztocén) üledékek, elsősorban eolikus lösz: száraz felszínekre telepítve a mai löszplatók területén; ma is többnyire jellegzetes, porózus lösz-karakterrel; és ún. infúziós („alföldi”) lösz: vízbe vagy időszakosan víz borította felszínre telepítve a mélyebb fekvésű területeken; tömődött, hidromorf bélyegeken gazdag karakterrel (48%)
- jelenkori (holocén) üledékek; szél telepítette (eolikus) homok, elsősorban a Duna-Tisza közti Hátság és a Nyírség területén; folyóvízi üledékek (alluviumok) a folyók hajdani és jelenkori árterein; lejtőhordalékok (kolluviumok) a medenceperemi és völgytalajú területeken; áttelepített lösz és löszös üledékek az Alföld egész területén végbemenő laterális erózió eredményeképpen (37,7%).

Az ország tájainak jelenlegi domborzatát, beleértve a makroléptékben sík magyar alföldek sajátos, igen változatos és a talajképződésben igen nagy szerepet játszó *mikro-domborzatát*, együttesen alakította ki a szél, a felszíni vizek és a laterális erózió, majd az ember tevékenysége.

(b) Magyarország *éghajlatában* egyaránt érvényesülnek atlanti, kontinentális és mediterrán hatások, és eredményeznek igen változatos tér- és időbeni megoszlású időjárási helyzeteket. Az ország éghajlatát az évi 10,5 °C évi középhőmérséklet (a -2,5 °C januári és 25 °C augusztusi átlagos havi középhőmérséklet) és 550-700 mm évi átlagos csapadékmennyiség mellett sokkal inkább jellemzi az éghajlati elemek igen nagy tér- és időbeni variabilitása. Érvényes ez a hőmérsékletre és a csapadékviszonyokra egyaránt. A Magyar Alföld száraz területeinek évi átlagos csapadékmennyisége csupán 450-500 mm, míg a nyugat-magyarországi Elő-Alpok területeken 800-900 mm-t is elér. Legutóbb a 2000. év mutatott súlyos következményekkel járó példát a szeszélyességre és kiszámíthatatlanságra. Az 1999. évi csapadékos ősz ugyanis csa-

padékos tél és nagyon csapadékos tavasz követte az egész Kárpát-medencei vízgyűjtőterületen, súlyos, helyenként katasztrofális árvizeket és belvizeket okozva. Majd ugyanezen év hosszú, meleg, száraz nyara okozott hasonlóan súlyos aszálykárokat, gyakran ugyanazokon a területeken.

Az évi átlagban 800-900 mm potenciális (szabad vízfelszínről történő) evapotranszspiráció azonban egyértelműen negatív vízmérleget jelez az ország nagy részén, amely különösen a meleg-száraz nyári hónapokban jelentős.

(c) Magyarország *hidrológiai viszonyait* az határozza meg, hogy az ország (elsősorban a Magyar Alföld) a hidro(geo)lógiailag gyakorlatilag zárt, rossz természetes drénviszonyokkal rendelkező Kárpát-medence legmélyebb fekvésű része, amelynek egyetlen felszíni „megcsapolója” a Duna; felszín alatti vízelvezetése pedig gyakorlatilag nincs. Következik ebből, hogy:

- üledékei finom szemcséjűek, nehéz mechanikai összetételűek, nagy agyagtartalmúak (elsősorban a Tiszai Alföldön; a Tisza – különösen folyószabályozások előtti – kis esése, folyási sebesség, a nagykiterjedésű árvizei után hátrahagyott nagymennyiségű lebegtetett üledékanyag miatt);
- a folyók 85-90%-a más országokból érkezik és más országokba távozik: az érkező víz mennyisége és minősége tehát nem a mi kezünkben van.

A Magyar Alföld területi vízmérlege negatív (különösen a meleg, száraz nyári hónapokban), s ezt (potenciális evapotranszspiráció, $ET_{pot.} > csapadék, P$) a medenceperemek, illetve a magasabb részek felől a mélyebb részek felé történő felszíni lefolyás (R), a háromfázisú zónában történő oldalirányú talajnedvesítés-gzizvárgás (S), és a horizontális talajvízáramlás (G) tartja egyensúlyban.

A negatív vízmérleg, valamint a rossz természetes drénviszonyok (lassú horizontális vízmozgás a talajban a kis esés és a közeg kis hidraulikus vezetőképessége) miatt a magyar Alföld jellegzetes „evaporatív” medence, amelyre az anyagfelhalmozódási folyamatok jellemzők. Ez magyarázza számos hidromorf talajképződményünkben megfigyelhető karbonát-felhalmozódást, s a nagy kiterjedésű szikes talajokban megfigyelhető sófelhalmozódási folyamatokat.

(d) Az éghajlat, domborzat és nedvességviszonyok által meghatározott *természetes növényzet* (erdős sztyepp, illetve nedves élőhelyi ökoszisztémák) – az előbbiekhöz viszonyítva – lényegesen kisebb hatást gyakoroltak a talajképződési folyamatokra, s inkább következményei, mint okai voltak azoknak. Érvényes ez az alföldi erdőkre, gyepterületekre, árterekre, lápos-mocsaras területekre egyaránt.

(e) Lényeges, gyakran döntő hatást gyakorolt az ország talajképződési folyamataira az *ember tevékenysége*. Közvetlen (erdőirtások; legeltetés, gypfeltörés; ár- és belvízmentesítés; intenzív növénytermesztés a maga gépesítésével, kemikália használatával, öntözésével, vízrendszerével, meliorációjával) és közvetett (talajdegradáció, talajszennyezés, tájrombolás, más irányú földhasználat) *stresszhatásaival* egyaránt.

A térben és időben egyaránt nagy variabilitást mutató talajképződési tényezők változatos összhatásának eredményeképpen különböző talajképződési folyamatok mentek végbe, s alakult ki Magyarország változatos, gyakran mozaikosan tarka talajtakarója.

Az érvényesülő talajképződési folyamatok 4 fő csoportba foglalhatók össze:

(1) Erdőtálaj-képződés

Feltételei:

- hűvösebb klíma: viszonylag nagy mennyiségű csapadék, hűvösebb nyár → mérsékelt párolgás → „+” vízmérleg: $CS > ET$;
- mélyen elhelyezkedő talajvíz (→ elhanyagolható hatás a talajképződési folyamatokra).

Jellemzői:

- lefelé irányuló vízmozgás dominanciája a talajszelvényben;
- kilúgzódási folyamatok; amelyek mértéke elsősorban a lehullott csapadék, a talajba szivárgó, ill. a talajszelvényen átszivárgó víz mennyiségének függvénye;
- jellegzetes A („kilúgzódási szint”) – B (felhalmozódási szint) – C (alapkőzet) tagozódású talajszelvény, enyhébben vagy erősebben kifejezett A-B textúr-differenciálódással.

Előfordulás: hűvösebb klímájú, csapadékosabb hegy-dombvidéki területeken.

(2) Mezőségi talajképződés (csernozjomképződés)

Feltételei:

- kontinentális klíma (meleg, száraz nyár – hideg tél: két biológiai „stop” a szervesanyag- körforgalomban);
- mélyen elhelyezkedő talajvíz (→ elhanyagolható hatás a talajképződési folyamatokra).

Jellemzői:

- egyensúlyban lévő víz- és anyagmérleg (a talajszelvény egészére vonatkozóan);
- periodikus víz- és anyag-migráció a talajszelvényben, illetve a gyökérzónában;
- vastag és fokozatosan elvégeződő humuszréteg (az eredeti sztyepp-vegetáció gyökérzetjellegének megfelelően).

Előfordulás: mély talajvizű löszhátak területén.

(3) Réti talajképződés

Feltételei: felszínközeli, kis sótartalmú talajvíz folyamatos hatása → hidromorf folyamatok.

Jellemzői:

- oldalirányú betáplálással egyensúlyban tartott vízmérleg;

- uralkodóan felfelé irányuló víz- és anyagmozgás a talajszelvényben;
- oldott anyagok (például karbonátok, stb.) felhalmozódása a talajszelvényben.

Előfordulás: mélyebb fekvésű, felszínközeli talajvízszintű, de jó drénviszonyokkal rendelkező, nem „pangó” talajvizű területeken.

(4) Sófelhalmozódás, szikesedés

Feltételei: felszínközeli, „pangó”, sós talajvizek folyamatos hatása.

Jellemzői:

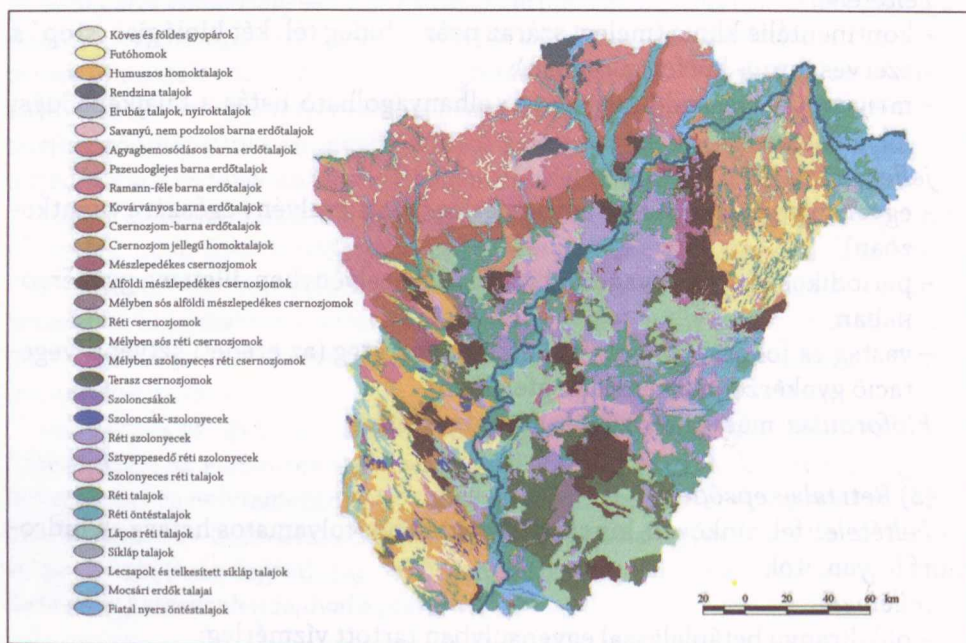
- ugyanaz, mint az előbbi (3) esetben;
- vízdoldható sók felhalmozódása a talajszelvényben.

Előfordulás: mélyebb fekvésű, felszínközeli talajvízszintű, rossz természetes drénviszonyokkal rendelkező, pangó, sós talajvizű területeken.

A Tisza-vízgyűjtő nagytájainak talajviszonyai

A Tisza-vízgyűjtő talajviszonyait az MTA Földrajztudományi Kutatóintézetben kidolgozott Magyarország természetföldrajzi tájbeosztás rendszere alapján; nagytájanként részletezzük.

A Tisza magyarországi vízgyűjtő területének genetikai talajtérképe



A Tisza-vízgyűjtő magyarországi területe döntően a Tiszai Alföld, az Észak-magyarországi-középhegység területén helyezkedik el.

1. Tiszai Alföld

A Tiszai Alföld mintegy 32 ezer km²-es területe Magyarország természetföldrajzi tájbeosztása szerint 8 középtájat, benne 41 kistájat foglal magában az alábbi %-os megoszlásban:

1. Felső-Tiszavidék (8,9%): Beregi-sík (1,6%), Szatmári-sík (3,7%), Bodrogköz (2,6%), Rétköz (1,0%).
2. Közép-Tiszavidék (22,7%): Közép-tiszai-ártér (8,8%), Nagykunság (8,7%), Hortobágy (5,2%).
3. Alsó-Tiszavidék (4,7%): Marosszög (1,6%), Dél-Tisza-völgy (3,1%).
4. Észak-alföldi hordalékkúp-síkság (12,2%): Tápió-Galga-Zagyvavidék (2,8%), Gyöngyös-Hevesvidék (5,0%), Borsod-Zempléni síkvidék (4,4%).
5. Nyírség (15,4%).
6. Hajdúság (5,0%).
7. Berettyó-Körösvidék (14,7%): Berettyóvidék (5,8%), Körösvidék (8,9%).
8. Körös-Maros köze (16,4%): Békés-Csanádi-hát (5,5%), Békés-Csanádi-sík (10,9%).

A Kárpát-medence legmélyebb részét képező Tiszai Alföld a Tisza és mellékfolyóinak jellegzetes alluviális síksága, amelynek kialakulása nem választható el a medence egészének geológiai fejlődéstörténetétől, bár annak túlnyomórészt csak legújabb fejezetét képezi. A folyóhálózat és a medenceperemek felől az Alföld felé irányuló laterális erózió legutóbbi időkig, sőt a jelenben is aktív tevékenysége miatt ugyanis csak viszonylag rövid ideje indulhattak meg a zavartalan talajképződési folyamatok, s a Tiszai Alföld talajai kivétel nélkül „fiatal” képződmények.

A Tiszai Alföld talajképződési tényezői röviden az alábbiakban jellemezhetők:

(1) Geológiai viszonyok (talajképző kőzet)

A Tiszai Alföld különböző geológiai képződményei viszonylag „fiatal anyakőzetet”, kiindulási alapanyagot jelentenek a talajképződés számára:

(a) negyedkori (pleisztocén) üledékek:

- eolikus lösz: száraz felszínre telepítve a mai löszplatók területén; ma is többnyire jellegzetes, porózus lösz-karakterrel;
- ún. infúziós („alföldi”) lösz: vízbe vagy időszakosan vízborította felszínre telepítve a mélyebb fekvésű területeken; tömődött, hidromorf bélyegekben gazdag karakterrel;

(b) jelenkori (holocén) üledékek:

- széltelepítette (eolikus) homok, elsősorban a Nyírség területén;
- folyóvízi üledékek (alluviumok) a folyók hajdani és jelenkori árterein;
- lejtőhordalékok (kolluviumok) a medenceperemi területeken;
- áttelepített lösz és löszös üledékek az Alföld egész területén végbemenő laterális erózió eredményeképpen.

Fenti geológiai folyamatok alakították ki a makroléptékben sík Magyar Alföld sajátos – és a talajképződésben igen nagy szerepet játszó – (mikro)relief viszonyait is, amely igen változatos, gyakran mozaikosan tarka.

(2) Éghajlat

A Magyar Alföld éghajlatában egyaránt érvényesülnek atlanti, kontinentális, mediterrán hatások, s eredményeznek igen változatos tér- és időbeni megoszlású időjárási helyzeteket.

Az Alföld éghajlatát az évi 10,5 °C évi középhőmérséklet, az általában hideg tél és meleg nyár (kontinentális jelleg) és a 450-500 mm évi átlagos csapadékmennyiség mellett sokkal inkább jellemzi az éghajlati elemek igen nagy tér- és időbeni variabilitása. Érvényes ez a hőmérsékletre és a csapadékviszonyokra (P) egyaránt.

Az évi 800-900 mm potenciális (szabad vízfelszínről történő) evapotranszspiráció (ET_{pot}) azonban egyértelműen negatív vízmérleget jelez, amely különösen a meleg-száraz nyári hónapokban jelentős. A negatív vízmérleg pedig, amelyet a medenceperemek, ill. a magasabb részek felől a mélyebb részek felé történő felszíni lefolyás (R), a háromfázisú zónában történő oldalirányú talajnedvesség-szivárgás (S) és a horizontális talajvízáramlás (G) tart egyensúlyban, egyértelműen az anyagfelhalmozódási folyamatoknak kedvez. Hisz a fizikai evaporáció és az evapotranszspiráció gyakorlatilag csak vizet párologtat, a vízzel szállított oldott anyagok tehát felhalmozód(hat)nak.

(3) Hidrológiai viszonyok

A Magyar Alföld a hidro(geo)lógiailag gyakorlatilag zárt, rossz természetes drénviszonyokkal rendelkező Kárpát-medence legmélyebb fekvésű része, amelynek egyetlen felszíni „megcsapolója” a Duna; felszín alatti vízelvezetése pedig gyakorlatilag nincs. Következik ebből:

- üledékei finom szemcséjűek, nehéz mechanikai összetételűek, nagy agyagtartalmúak (elsősorban a Tisza Alföldön; a Tisza – különösen folyószabályozások előtti – kis esése, folyási sebessége, nagykiterjedésű árviizei után hátrahagyott nagymennyiségű lebegtetett üledékanyag miatt);
- a folyók 85-90%-a más országokból érkezik és más országokba távozik: az érkező víz mennyisége és minősége tehát nem a mi kezünkben van; viszont bizonyos vízmennyiséget és vízminőséget – az erre vonatkozó nemzetközi egyezmények szerint – garantálnunk kell alsó Duna-medencei szomszédaink részére, még a kritikus „kisvízi” időszakban is;

- a negatív területi vízmérleget ($ET_{pot} > P$) a medenceperemek, illetve a magasabb részek felől a mélyebb részek felé történő felszíni lefolyás (R), a háromfázisú zónában történő oldalirányú talajnedvesség-szivárgás (S), és a horizontális talajvízáramlás (G) tartja egyensúlyban:

$$P + R_i + S_i + G_i \approx ET + R_o + S_o + G_o,$$

tehát vagy $R_i > R_o$; vagy $S_i > S_o$; vagy $G_i > G_o$,

ami egyértelműen az anyagfelhalmozódási folyamatoknak kedvez a talajképződésben;

- a rossz természetes drénviszonyok [lassú horizontális vízmozgás a talajban a kis esésviszonyok (DH) és a közeg kis hidraulikus vezetőképesége (K) miatt] eredményeképpen a helyi mállástermékek is felhalmozód(hat)nak a talajban, amelyek képződésére pedig az átnedvesedési-kiszáradási folyamatok periodikus változásai miatt különösen kedvezőek a lehetőségek.

Mindezek következménye, hogy a Kárpát-medence legmélyebb fekvésű területét képező Magyar Alföld jellegzetes „evaporatív medence”, amelyre az anyag felhalmozódási folyamatok jellemzőek. Ez magyarázza például a Magyar Alföld só felhalmozódási folyamatait, és szikes talajainak – a Föld hasonló éghajlatú viszonyokkal rendelkező területeihez viszonyítva – igen nagy területi kiterjedését.

(4) Természetes növényzet

A természetes növényzet – az előbbiekhöz viszonyítva – kisebb, de mindenképpen jelentős hatást gyakorolt a talajképződési folyamatokra, bár inkább következménye, mint oka volt azoknak. Érvényes ez az alföldi erdőkre, gyepterületekre, árterekre, lápos-mocsaras területekre egyaránt.

A Kárpát-medence természetes növényzete a hegy-dombvidéki lejtős területeken erdő volt. Az Alföld erdős-sztyepp klímája alatt az árvizektől és belvizektől mentes, mély talajvízű területeken ritka ligeterdőkkel tarkított gyér füves sztyepp borította (már amennyire) a felszínt; míg a felszínközeli talajvízű, időszakosan vízjárta (árvíz, belvíz), gyakran tocsogós, nedves területeken az ilyen viszonyokat kedvelő dús fűvű rétek, láprétek, sőt lápok képezték a természetes vegetációt (*wetlands*). A természetes növényzet talajképződési folyamatokra gyakorolt hatása hosszú ideig érvényesült, hisz sokáig nem, vagy csak alig befolyásolta, módosította azt a területet ritkán lakó ember tevékenysége: a halászat-vadászat, az erdők kismértékű kivágása, az extenzív legeltetés, vagy a települések, tanyák körüli, kis területen folyó és természet-közi földművelés.

A természetes növényzet hosszú idejű hatását szemléletesen fejezik ki jól kifejezett, jellegzetes szelvényfelépítést és tulajdonságokat (tulajdonság-együtteseket, diagnosztikus bélyegeket) mutató talajtípusaink, amelyek megnevezésére a páratlanul gazdag magyar nyelv nagyon találó, és éppen a természetes

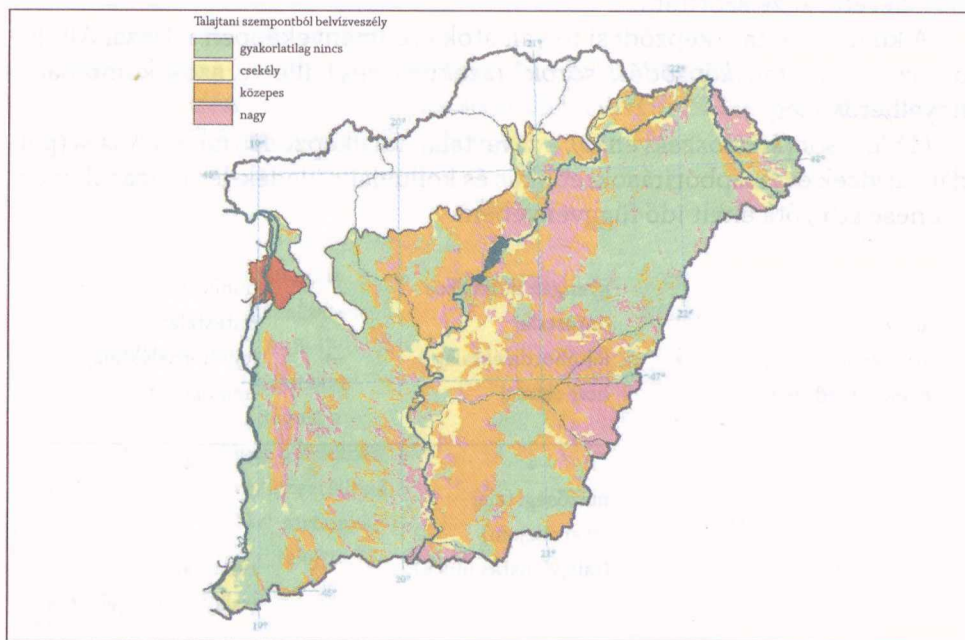
növényzet hatását kifejezésre juttató megjelöléseket lelt: erdőtalajok, mezősi talajok, réti talajok, láptalajok, mocsári erdők talajai.

A múlt század közepétől kezdve azonban a természetes növényzet talajképződésbeli szerepét egyre inkább átvette az ember. Egyrészt jelentős mértékben csökkentette a természetes vegetációjú területeket: kivágta az erdőt, feltörte a gyepet, lecsapolta a vízjárta területeket; másrészt sokoldalú tevékenységével egyre erősebb hatást gyakorolt maga is a talajképződésre. Ma már csak elvétve akad mutatóban egy-egy „eredeti”, „természetes” vegetációjú terület, s a természetes vegetáció alatt kialakult jellegzetes talajtípusok is egyre inkább az emberi tevékenység különböző hatásait tükröző, „ember alkotta kultúrtalajokká” alakulnak.

(5) Emberi beavatkozások

Lényeges, gyakran döntő hatást gyakorolt a Magyar Alföld talajképződési folyamataira az ember tevékenysége. A honfoglaláskor – becslések szerint – a felszín 25-30%-át borította erdő, a többi dűsfűvű legelő és – legalábbis időszakosan – víz. Az *erdőirtások* az egész Kárpát-medencei vízgyűjtő terület vízháztartását megváltoztatták: csökkentették a felszínre hulló csapadékvíz visszatartott hányadát, növelték a felszíni lefolyás mértékét, gyakoribbá, súlyosabbá és hosszabbá tették az árhullámokat, súlyosbították azok ökonómiai, ökológiai és szociális következményeit. A korabeli feljegyzések szerint a 18. századra nagy kiterjedésű, az Alföld kétharmadát (!) kitevő – alföldi területek mocsarasodtak el, váltak rendszeresen vízjártává, rövidebb-hosszabb időre vízborítottá. Ennek ellensúlyozására kezdődött meg, már a 18. században a „vadvizek” levezetése, a folyók szabályozása és a lecsapolás. Ezek azután a múlt század közepén – elsősorban Széchenyi István kezdeményezésére és Vásárhelyi Pál tevékenységének eredményeképpen – váltak szervezetté, országos méretűvé, nagyhatásúvá. Szomorú, sőt tragikus aktualitás azonban a pusztító árhullámok kilencvenes évektől kezdve szinte évente ismétlődő bekövetkezése, amelynek okai között ma is az egyik legjelentősebb a medenceperemi vízgyűjtőkön végrehajtott erdőirtás és irracionális földhasználat.

Az emberi beavatkozások közül a Tiszai Alföldön kétségtelenül a múlt században végrehajtott *folyószabályozások, lecsapolások és vízrendezések* gyakorolták a legnagyobb hatást a talajviszonyokra. E hatásokat Szabolcs foglalta össze a legrészletesebben. Egyes nézetek szerint a folyószabályozások és vízrendezések nélkülözhetetlen feltételei voltak hazánk mezőgazdasági és társadalmi fejlődésének. Mások a hajdani vízivilág („wetland”) elvesztésén sajnálkoznak, s a vízszabályozásokat teszik elsősorban felelőssé az Alföld kiszáradásáért, elszikesedéséért, s az így kialakuló szomorú táj kialakulásáért, a vízrendezési létesítményekre „átok” jelzőt aggatva. Ismét mások – ezzel ellentétben – a vízrendezések tökéletlenségét kritizálták, s a szikesedés okát a felszínközelségben maradó pangó sós talajvizek hatásában vélték megtalálni.



A kevés és szeszélyes eloszlású csapadék, valamint az elvezetett víz okozta hiányt később az öntözés területi kiterjesztésével kívánták megoldani. Először a harmincas években indult meg egy nagy öntözési akció, majd az ötvenes években megindult a Tiszalöki (Tisza I.), a hatvanas-hetvenes években pedig a Kiskörei (Tisza II.) Vízlépcső és Öntözőrendszer. Sajnos, ezek sem voltak teljesen problémamentesek. A talajtani felmérések és szakvélemények figyelmen kívül hagyásával tervezett Tiszalöki Vízlépcső és Öntözőrendszer területén 120 ezer ha-nyi területen következett be másodlagos szikesedés, 20 ezer ha-on másodlagos láposodás, s 20 ezer ha-on a két folyamat összefonódva.

A másodlagos szikesedési folyamatok előrejelzésére és megelőzésére Szabolcs, Darab és Várallyay által kidolgozott talajvizsgáló és talajértékelési rendszer eredményesen került alkalmazásra a Kiskörei Vízlépcső és Öntözőrendszer tervezésénél és kivitelezésénél. Ahol a javasolt megelőző intézkedéseket végrehajtották, ott nem következtek be káros másodlagos szikesedési és láposodási folyamatok.

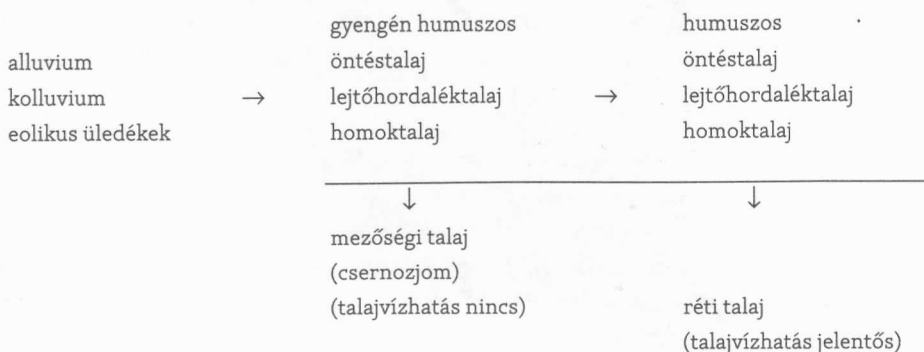
A Tiszai Alföld ésszerű és fenntartható talajhasználatára, vizes élőhely (wetland) rekonstrukciós programjainak végrehajtására vonatkozóan két tanulság vonható le:

- a nagyon változatos természeti viszonyok és mozaikosan tarka talajtakaró miatt minden túlzott (sőt esetleg presszionált) általánosítás beláthatatlan és súlyos környezeti következményekkel járhat;

– a természet sokszínűségét és annak megőrzését nem lehet merev sémák keretei közé szorítani.

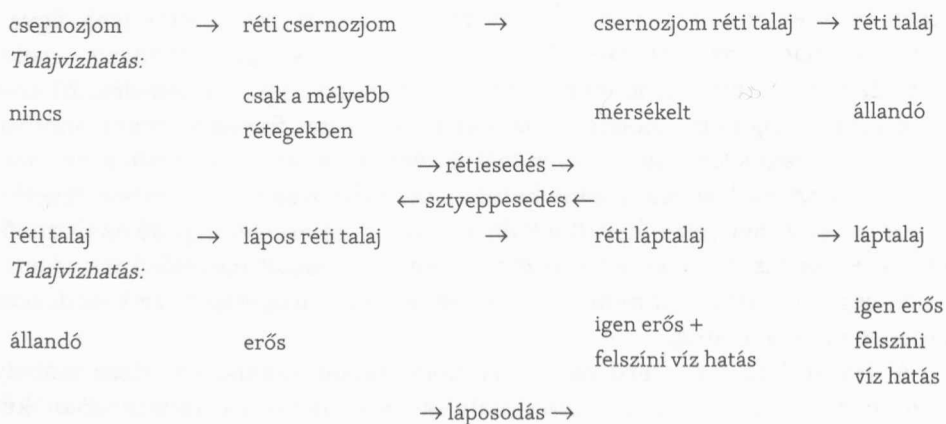
A különböző talajképződési folyamatok eredményeképpen a Tiszai Alföldön az alábbi „talajképződési sorok” (szekvenszek), illetve azok kombináció figyelhetők meg:

(1) *Idő-sor (kronoszekvensz)*: a zavartalan talajképződés megindulása (például árvizek és iszapborítások; eolikus és kolluviális üledék-lerakódások megszűnése stb.) óta eltelt idő függvényében:



A meginduló talajképződés két legjellegzetesebb részfolyamata a humuszos réteg kialakulása és a talajszerkezet-képződés. A kronoszekvensz „állomásai” ezek kifejezettsége és intenzitása szerint különböztethetők meg.

(2) *Hidromorf sor (toposzekvensz)*: a víz talajképződésre gyakorolt hatásának mértékétől függően:



A hidromorf sor rétiesedés, illetve láposodás irányában történő elmozdulása jól megfigyelhető változásokat okoz az alábbi részfolyamatokban:

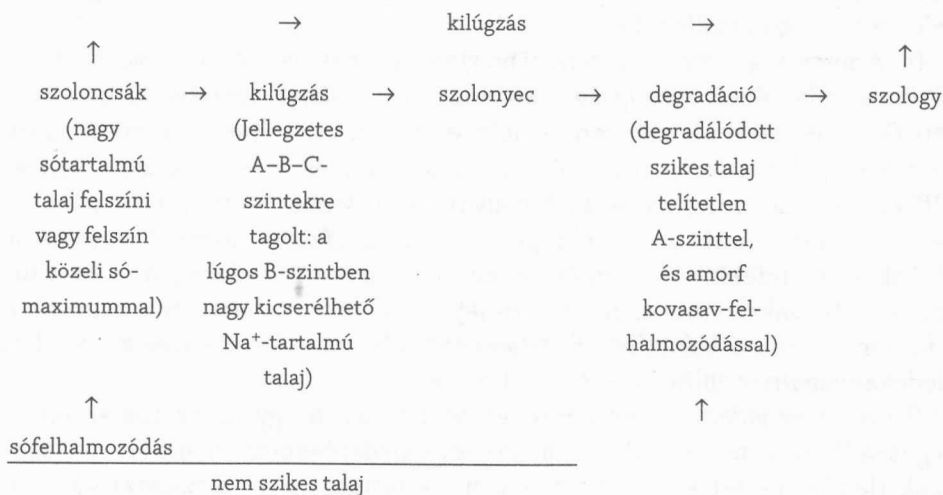
aerob folyamatok → anaerob folyamatok

oxidáció → redukció

kilúgzás → felhalmozódás

szervesanyag-lebomlás → szervesanyag-felhalmozódás

(3) *Szikesedési sor*: a vízzoldható sók és a kicserélhető Na^+ felhalmozódásának mértékétől és mélységétől függően:



A talajképződési folyamatok eredményeképpen a 3 talajfejlődési sor és azok kombinációinak minden variánsa előfordul a Kárpát-medence alföldi területein a talajtakaró nagymértékű tér- és időbeni variabilitását eredményezve.

2. Észak-magyarországi-középhegység

A mintegy 11 ezer km^2 -nyi nagytáj Magyarország természetföldrajzi tájbeosztása szerint 8 tájat, benne 21 középtájat és 62 kistájat foglal magában az alábbi százalékos megoszlásban:

1. Dunakanyar hegyvidéke (7,7%): Visegrádi-hegység (2,7%), Börzsöny (5%).
2. Ipoly-völgy és Nógrádi-medence (4,2%).
3. Cserhátvidék (24,2%): Nyugati-Cserhát (3,4%), Keleti-Cserhát (7,8%), Északi-Cserhát (3,3%), Karancsság (2,8%), Gödöllő-Monori-dombság (6,9%).
4. Mátravidék (10,1%): Központi-Mátra (5,0%), Mátraalja (5,1%).
5. Bükkvidék 16,2%: Központi Bükk 4,9%, Bükkalja 6,7%, Bükklába 4,6%.
6. Heves-Borsodi-medencék és dombságok (24,8%): Felső-Zagyva-Tarna közti dombság (4,4%), Gömör-Hevesi-dombság (4,5%), Borsodi-dombság (4,9%), Cserehát (8,0%), Hernád-völgy-medence (3%).

7. Észak-Borsodi-hegyvidék (3,5%): Aggteleki-karszt (1,6%), Rudabánya-Szalonnai-hegység (1,9%).
8. Tokaj-Zempléni-hegyvidék (9,3%): Zempléni-hegység (5,4%), Tokaj-hegyalja (2,9%), Hegyköz (1,0%).

Az Észak-magyarországi-középhegység nagytáj természetföldrajzi viszonyai, egyben a talajképződés tényezői, olyan változatosak, hogy azokra nézve nehéz és erőltetett általános érvényű megállapításokat tenni. Ha mégis vannak ilyenek, azok az alábbiak:

(a) A nagytáj *geológiai viszonyai* nagyon változatosak. A különböző eredetű, korú, településű, vastagságú, közettani és ásványi összetételű geológiai képződményeket a pleisztocén és holocén során csak vékony fiatalabb korú üledékrétegek fedték be, s a nagy relief-energiájú lejtős felszíneken érvényesülő erős eróziós folyamatok azok nagy részét is lepusztították. A talajképződési folyamatok tehát az idősebb geológiai korú kőzetek (mészkö, agyagpala, vörösgyag, andezit, riolit) málladékain, harmadkori üledékeken, a laterális erózió által gyakran többszörösen áttelepített lejtőhordalékokon, a negyedkori lösz maradványain, valamint a fiatalabb korú alluviumokon és ezek keveredett üledékanyagain indultak meg és mentek végbe.

(b) A táj *éghajlata* makroléptékben mutat ugyan egy fokozatos alföld → hegység D→E átmenetet, de ezt mezo- és mikroléptékben a domborzati viszonyok (lejtők meredeksége, morfológiája, kitettsége, komplexitása) gyakran nagymértékben módosítják. Ez szinte minden klímaelemre érvényes, de különösen a csapadék és hőmérséklet viszonyokra. A hegyeken a csapadék évi átlagos mennyisége 800 mm-t is elér, sőt meghalad. Ez az alföld felé rohamosan csökken: a peremrészekeken mintegy 600-650 mm, az alföld határos részein pedig alig haladja meg az 500-550 mm-t. Ellentétes trendet mutat az évi középhőmérséklet és a potenciális párolgás. Tény azonban, hogy az Északi-középhegység Magyarország hűvösebb, csapadékosabb területei közé tartozik. *Vízmérlege* pozitív ($C_s > ET_{pot}$), s ez a többlet tartja egyensúlyban az Alföld negatív vízmérlegét, jelentős mennyiségű vizet és oldott anyagokat szállítva a felszínen (felszíni lefolyás), a háromfázisú zónában (talajnedvesség-szivárgás) és talajvízáramlásként a mélyebb fekvésű területekre. Ebből következik, hogy a talajszelvényben a lefelé irányuló vízmozgás és a kilúgzódás válik uralkodóvá, s vezet különböző erdőtalajok kialakulásához.

(c) A talajképződési folyamatokra jelentős, gyakran döntő hatása volt a domborzatnak és a felszínt borító növényzetnek. A nyugtalan felszín nagy formagazdagsága és növényborítottsága határozta meg a felszínre jutó víz (léggöri csapadék, olvadék víz, felszíni és felszín alatti odafolyás) sorsát és a talajvíz- és anyagforgalmára gyakorolt hatását. Meredek és fedetlen, vagy csak gyér növényzettel, időszakosan borított lejtőkön a felszíni lefolyás és eredményeképpen az erózió, mérsékeltebben tagolt, erdővel fedett hullámos domboldalakon a beszivárgás és a lefelé irányuló vízmozgás (és eredményeképpen a

kilúgzódás) vált uralkodóvá. A két szélső eset között szinte minden átmenet előfordul, s ennek megfelelően figyelhető meg a talajok:

- „eróziós sora”: erősen → közepesen → mérsékelt → gyengén → nem erodált talajok;
- „kilúgzási sora”: savanyú nem podzolos és pszeudoglejes barna erdőtalajok → agyagbemosódásos barna erdőtalajok → Ramann-féle barna erdőtalajok → csernozjom barna erdőtalajok → csernozjomok.

A térszín mélyebb fekvésű területein, folyók árterein és alluviális teraszain, rossz lefolyás-viszonyokkal rendelkező medencékben, völgytalpi laposokon az állandó vagy időszakos felszíni és/vagy felszín alatti vizek gyengébb vagy erősebb hatása alatt hidromorf képződmények alakultak ki, s figyelhető meg a talajok:

- öntéstalaj → humuszos talaj → réti öntéstalaj → réti talaj „kronoszekvenszet”, vagy
- csernozjom → réti csernozjom → réti talaj → lápos réti talaj → láptalaj „toposzekvenszet” követő hidromorf sora.

(d) A természetes talajképződési folyamatokat különböző mértékben módosította, befolyásolta az ember tevékenysége. Legnagyobb hatást az erdőirtások jelentették, hisz az állandó növényborítás nélkül maradó felszín káros környezeti folyamatok láncreakcióját indította meg:

- talaj(humusz, tápanyag)-vesztés az erodált területeken;
- szedimentációs károk a völgytalpi területeken;
- fokozott felszíni lefolyás, árvízveszély (gyakoribb, nagyobb, hosszabb árhullámok azok minden káros ökológiai/ökonómiai/szociális következményével együtt) a vízgyűjtő terület mélyebb fekvésű területein; belvízveszély a völgytalpi területeken és a medenceperemeken.

Hasonló hatása volt a lejtők állandó növényborítását – ha néha csak tökéletlenül is – biztosító gyepterületek feltörésének, a hegy-völgy irányú talajművelésnek és agrotechnikának, valamint a nem megfelelő vetésszerkezetnek (szőlő és széles sortávolságú mezőgazdasági kultúrák, elsősorban a kukorica indokoltnál jóval nagyobb aránya, évelő pillangósok területének visszaszorulása) is. A korszerű hegy-dombvidéki talajvédő gazdálkodási ismert alapelveinek nem sikerült érvényt szerezni, az ez irányú kutatási eredmények és kidolgozott módszerek – elsősorban megfelelő gazdasági érdekelttség hiányában – nem kerültek szélesebb körben bevezetésre. Ezért a melioráció a jelenleg is folytatódó talajpusztulás mértékével nem tudott lépést tartani. Még a 1970-es évekre tehető „talajvédelmi csúcsidőszakban” sem. Azóta az erőltetett nagyüzemi gazdálkodás, majd az irracionális talajhasználat (művelési ágak, vetésszerkezet), valamint a rétegvonalas művelés helyett a „nadrágszíjparcella” visszatérését eredményező privatizáció miatt még kevésbé.

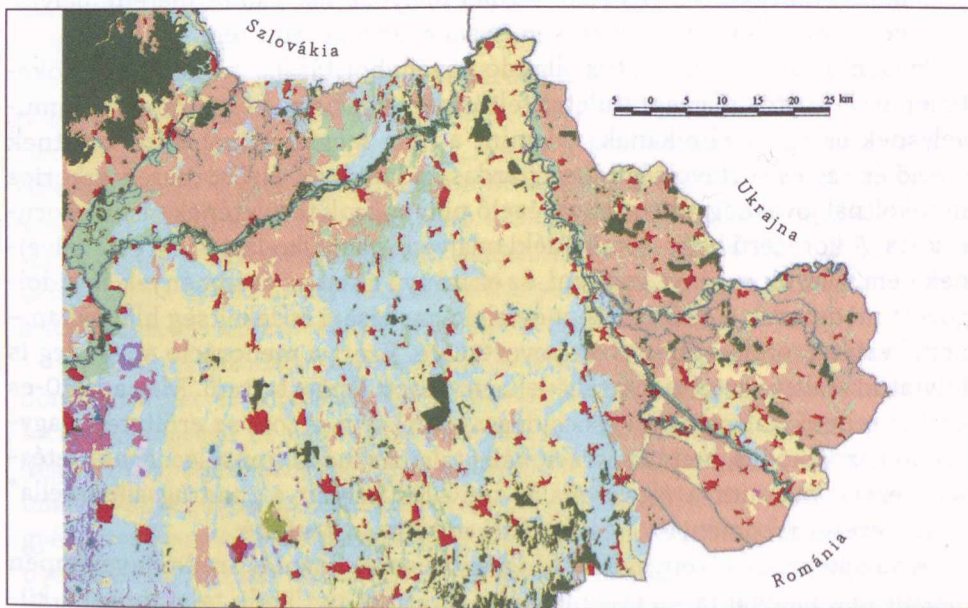
A talajképződési tényezők változatos összhatásának eredményeképpen alakult ki a nagytáj tarka talajtakarója. A terület uralkodó talajtípusai a kü-

lönböző erdőtalajok. Az agyagbemosódásos barna erdőtalajok (45,7%), Ramann-féle barna erdőtalajok (23,5%), csernozjom barna erdőtalajok (9,6%) és a többi erdőtalajok (8,1%) együttesen a terület több mint 85%-át borítják. Ezek mellett a köves és földes kopárok (3%), homoktalajok (1%) és különböző hidromorf talajképződmények (9,5%) előfordulása csak kis területre szorítkozik.

Változatosabb a kép a fontosabb talajtulajdonságok tekintetében. A talajok több mint fele (57,6%) gyengén, közel harmada (29,4%) erősen savanyú kémhatású, karbonátmentes, s csupán kis hányada (12,8%) felszíntől karbonátos. Fizikai féleség szempontjából a talajok nagy része agyagos vályog (49%), vagy vályog (34,5%). Szélsőségesen nagy homoktartalmú (6,9%) vagy agyagtartalmú (2,5%) talajok csak kisebb területeken fordulnak elő, hasonlóképpen a sok durva vázrészt tartalmazó talajok is (6,9%). A talajok nedvességforgalmát vízgazdálkodási tulajdonságaikon túlmenően elsősorban térszíni elhelyezkedésük és vízellátottságuk (csapadékviszonyok, felszíni és felszín alatti vizek), valamint termőréteg-vastagságuk határozza meg. Ez utóbbit a nagytáj negyedrészen (24,2%) korlátozza felszín közeli tömör vagy alig mállott kőzet. A jelentős mértékű erózió okozta talajpusztulás részben oka, részben következménye a talajok sekély termőrétegének.

4. ábra

A Digitális Kreybig Talajinformációs rendszer által szolgáltatott komplex földhasználati-talajtani mintázat a Felső-Tisza mentén



A középhegység magasabb részei, gerincei gyakran teljesen kopárak (karsztosodott mészkő), vagy az ezekre települő rendzinák és terra rossa rendzinák alig pár cm vastagok. A felszínhez közeli és tömör alapkőzettel rendelkező barna erdőtalajok vízbefogadó képessége szintén gyakran egészen minimális. Ha a kialakult mállott talajréteg vastagabb, úgy a vízgazdálkodási tulajdonságok valamivel kedvezőbbek, mégpedig elsősorban akkor, ha nem pszeudoglejes és podzolos, hanem agyagbemosódásos barna erdőtalajok alakultak ki. A felsorolás sorrendjében ugyanis csökken a talajok kilúgzottsága és B-szintjének kedvezőtlen vízgazdálkodási sajátsága. Ha az alapkőzet nem harmadkori üledék, hanem lösz, a vízgazdálkodási tulajdonságok kevésbé kedvezőtlenek.

A változatos talajtulajdonságok természetesen igen nagy különbségeket eredményeznek az előforduló talajok termékenységében, termőhelyi adottságaiban, mező- vagy erdőgazdasági hasznosíthatóságában, környezeti és táj-esztétikai értékében is.

Románia

A Tisza-vízgyűjtő romániai területe 85 ezer km².

A folyó a Máramarosi-havasok homokkőláncaiban ered, északnyugati forrása, a Fekete-Tisza (50 km), délkeleti forrása a Fehér-Tisza (34 km). A két forráság Rahó felett egyesül.

A Tisza romániai mellékfolyói az alábbiak:

Mellékfolyó neve	Mellékfolyó hossza (km)	Vízgyűjtőterület (km ²)
Visó	80	2 839
Iza	83	1 303
Batár	54	396
Túr	95	1 262
Szamos	415	15 881
Kraszna	193	3 142
Körösök	363	27 537
Maros	754	30 332
Béga	169	2 241

A vízgyűjtő területén a kőzetek gazdagsága, a tengerszint feletti magasságnak megfelelő éghajlati tényezők és a növényzet kölcsönhatása igen változatos talajtakarót hoztak létre.

A hegyvidékek jellemző talaja a sárgásbarna erdőtalaj. A sárgásbarna erdőtalajok a podzolosodott és pszeudoglejesedett talajokkal együtt főként a hegy-

ségközi medencékben borítanak nagyobb területeket. Itt a pszeudoglejes és az agyagbemosódásos podzolok is gyakoriak. A savanyú barna erdőtalaj oligobázikus, zonális talajtípus, amely főleg bükkösök és részben túlevelűekkel kevert bükkösök övezetében, 700–800 m és 1200–1300 m közötti tengerszintfeletti magasságban alakul ki. Különösen gyakori a másodlagosan létrejött vörös csenkesz, szőrfű, vékony tippan gyepek alatt; pH értékük a felső talajszintben 4,5 és 5,5 között ingadozik.

Főként a Nyugati-szigethegységben gyakoriak, a mészkövön kialakult eubázikus talajok, a rendzina, a terra-rossa és a pszeudorendzina. Az említett talajokon kívül kisebb mértékben megtalálhatók az öntéstalajok és tőzeges talajok.

Az Erdélyi-medence belső legszárazabb részén löszön, lösszerű képződményeken degradált csernozjom típusú talajok jellemzőek. Foltonként kamikus csernozjom, vörösbarna talaj, pszeudorendzina található.

Nagyobb degradált csernozjom folt terül el az erdélyi Mezőségen.

A Székás-dombságban csernozjom jellegű talaj fordul elő nagy területen. A peremvidékekre az erdőtalaj a jellemző. Különböző típusai foltszerűen jelennek meg Dés környékén, a Maros és a Küküllő között nagy kiterjedésben gyenge tápértékű eu- és mezobázikus barna erdőtalaj, a többi részén különböző podzolos barna erdőtalajok, savanyú barna erdőtalajok jellemzőek. A mélyebb területeken, völgyekben különböző hidromorf talajok az uralkodóak.

A Nyugati-Szigethegységtől nyugatra, a magyar Alföld irányában a talajtakaró megváltozik, a jellegzetes talajtípusok a különböző csernozjomok talajok és a réti talajok. Nagyvárad és Arad között nagyobb foltokban a jó termőképességű talajok közzé beékelődve, szolonyec és szoloncsák jellegű szikes talajok terülnek el.

A vízgyűjtő terület földhasználatát változtatás (erdő 34%, agrár 25%, gyepek 24%, település 10%, egyéb 4%) és a domborzati adottságokhoz alkalmazkodó.

A hegyvidékeken, de az Erdélyi-medencében is meghatározó az erdőterületek nagysága. Az erdőterületekből 34%-a lomblevelű, 31% a tűlevelű és 35% a vegyes erdő, illetve ligetes, cserjés társulás.

A gyepterületek 70%-a jó minőségű legelőterület.

A szántóterület mintegy 1,5 millió ha kiterjedésű. A mezőgazdálkodásra jellemző az extenzív művelés, ami alacsony termésátlagokat produkál.

Ukrajna

A Tisza vízgyűjtő ukrainai területe 15 ezer km². A Kárpátalja három, az alábbi jellegzetességekkel bíró agro-klimatikus régióra osztható fel:

Alföld

$\Sigma T = 3000-3200\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$\Sigma P = 600-700 \text{ mm}$$

$$T_a = 10,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Hegyláb

$$\Sigma T = 2700-3000 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (összesen 180-185 nap)}$$

$$\Sigma P = 1033 \text{ mm}$$

$$T_a = 8,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Hegyvidék

A tengerszint feletti magasságtól (z) függően a hegyvidék további három alrégióra, körzetre bontható, melyek az éves csapadék mennyiségében (1320 mm) gyakorlatilag nem különböznek.

1. körzet:

$$z = 850 \text{ m alatt}$$

$$T_a = 6,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

2. körzet:

$$z = 850-1250 \text{ m}$$

$$\Sigma T = 1000-1600 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_a = 4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

3. körzet:

$$z = 1250-2000 \text{ m}$$

$$\Sigma T = 600-1000 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_a = 2,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

ahol:

ΣT – a $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot meghaladó átlaghőmérsékletű napok hőmérséklet-összege

ΣP – éves csapadék

T_a – éves átlaghőmérséklet

A talajképző kőzet eredete és litológiai jellegzetessége alapján négy csoport különíthető el a vízgyűjtőn:

- Alluviális üledékek (alföldi régió)
- Alluviális-deluviális üledékek (hegyláb, hegyvidék, folyamvölgyek)
- Vulkanikus kőzetek mállása során képződött, közepesen savas eluviális-deluviális üledékek
- A kárpáti flis (agyag- és homoküledékekből álló komplex képződmény, amelyet jellemző megjelenési formája miatt sorolnak külön kategóriába) savas és erősen savas eluviális-deluviális üldékei.

Az alföldön a talajvízszint általában 1,5-3,5 m mélyen helyezkedik el. A hegylábak és a hegyvidékek alatt mélyen fekvő talajvíz helyenként feltör a felszínre, források (lejtőkön) és termálforrások (völgyekben) formájában. A hegyek és a hegylábak fennsíkjain illetve enyhén lejtős területein felhalmozódó csapadékvíz a talajok glejesedését idézi elő.

Kárpátalja ukrán területein összesen 29 talajféleséget különböztetnek meg, melyek mechanikai összetételük, talajképző közeik és egyéb jellegzetességeik alapján további csoportokra bonthatók.

A domborzat és a tengerszint feletti magasság függvényében egy meghatározott zonalitás figyelhető meg. Ennek megfelelően az alacsonyan fekvő területekre inkább a réti talajok a jellemzőek, míg a hegyvidéken inkább a barna erdőtalajok dominálnak.

A réti talajok (*Glejic Cambisol*) jellemzően a Kárpátok alacsony fekvésű hegy lábain, a Turize-Borzhavskaya mélyedésben és a folyamvölgyekben lelhetőek fel. Rossz vízáteresztő-képességű, mállott vörös szikára ágyazódott löszös vályogon alakultak ki. A Kárpátok legmelegebb területein jellemzően tölgyerdők, míg a közepesen meleg területeken egyes lombú erdők alatt képződtek. A talajképző folyamatokat a barna erdőtalaj kialakulására jellemző folyamatok és a felszíni glejesedés együttese jellemzi. A glejesedés szintjétől függően két típust különböztetünk meg: felszínen glejes talajok és glejes talajok. A talajszelvényt a textúra, a SiO_2 -tartalom és térfogattömeg nagyfokú differenciálódása (laza eluviálist követően tömör illuviális réteg) jellemzi. Az illuviális réteg rossz vízvezető képessége valamint a felszíni víztöbblet miatt meghatározó szerepet tölt be a szinte állandóan nedves talajfelszín.

Ezen talajok termékenysége alacsony, különösen a mély gyökerzetű növények (konyhakertek, szőlő) számára bírnak kedvezőtlen talajtulajdonságokkal. Emiatt drénezést, kémiai talajjavítást és műtrágyázást igényelnek. A mély lazítás – ami elengedhetetlen a megfelelő aerációs viszonyok kialakításához – alkalmazása elősegíti a jó talajszerkezet kialakulását.

A barna erdőtalajok (*Dystric Cambisol*) típus a Kárpátok meleg és hideg régiójában egyaránt elterjedt, csakúgy, mint a kárpátaljai alföld szigethegységein. Löszön vagy mállott kőzetek eluviális-deluviális üledékén képződik erdővel vagy hegyi rétekekkel borított területeken, időszakosan intenzív kimosódás következtében.

A talajszelvény egy humuszos (*humic*) és két tranzitív szintből épül fel. A fő talaj-jellemzők közé tartozik a nagy mennyiségű nem szilikátos vasvegyületek jelenléte az egész szelvényben. Ezen talajok humuszos szintjének vas-oxalát tartalma igen magas, általában kétszerese az erdőtalajokra jellemző értékeknek. A textúra jellemzően agyagos vályog vagy homokos vályog. A talajszerkezet laza, a humuszos szintben a térfogattömeg $0,6-1,0 \text{ g/cm}^3$, és még a tranzitív rétegekben is ritkán közelíti meg az $1,4 \text{ g/cm}^3$ -es értéket. A humusztartalom területi változatossága jelentős és zonális jellegű: a melegebb terüle-

teken a legkisebb (2-2,5%), míg a hidegebb területeken eléri a 7-9%-ot is. Egyéb fontos sajátosságok közé tartozik a magas kicserélhető Al-tartalom és a savanyúság – a talajoldat pH-ja gyakran 4,3-5,2.

Az ilyen típusú talajokon máig megoldatlan probléma a fenntartható talajművelés.

Szlovákia

A Tisza szlovákiai vízgyűjtője a Bodrog folyóból és annak két mellékágából, az Ondavából és a Latoricából áll. Ez utóbbi két kisebb folyó, a Laborec és az Uh egyesüléséből jön létre. A Bodrog vízgyűjtője Szlovákiai területének mintegy 14,7%-át teszi ki. Gyarkolatilag ide tartozik szinte az egész Kelet-szlovákiai Alföld, amely a Kárpátok tektonikai süllyedésének északi felén helyezkedik el. Ez a 2638 km²-es terület a neogénban illetve a negyedkorban alakult ki a Kárpátok lánculatán belüli földkéreg egyenetlen tektonikai lesüllyedése következtében. A lefelé irányuló földmozgás következtében a területen a lerakódási folyamatok dominálnak, ez határozza meg a Kelet-szlovákiai Alföld geológiai metszetét is, melyet neogén és negyedkori üledékek töltenek ki.

A geológiai háttér a terület talajmintázatát, annak nagyfokú területi változatosságát is meghatározza. A Kelet-szlovákiai Alföldön alapvetően nehéz mechanikai összetételű, agyagos talajok találhatók, a könnyebb textúrájú, jó vízáteresztő-képességű talajok csak a terület kisebb hányadát teszik ki. Talajtani szempontból a közepesen nehéz (66,6%) és a nehéz (27%) mechanikai összetételű talajok vannak túlsúlyban. Csupán a terület 5,4%-án találhatók homokos talajok. A jellemző talajtípusok a Cambisolok* (52%), Luvisolok (24,2%) és a Fluvisolok (9,6%), melyeken kívül Phaeozemek, Rendzinak és Solonchakok, valamint más talajok is találhatók a vízgyűjtő területen.

A terület 58,2%-án (4201 km²) folyik mezőgazdasági termelés, az erdők 33,5%-ot (2420 km²), a vízfelületek 2%-ot (142 km²), a lakott területek 1,8%-ot (130 km²) és az egyéb területek 4,5%-ot (324 km²) tesznek ki. Az erdők többsége lombos erdő, melyek többnyire a medence északi részén találhatók.

A Kelet-szlovákiai Alföld klímája átmenetet képez az óceáni és a kontinentális klíma között. A terület időjárásnak legfontosabb jellemzője az erős időbeni változékonyság. A területen a hőmérséklet a legkevésbé változékonyságú meteorológiai jellemző. Jelentősebb hőmérséklet-ingadozás csak Kelet-Szlovákia hegyvidéki területén fordul elő. A napsütéses órák számának sokévi átlaga 1916 óra, ami az asztronómiailag lehetséges mennyiség 46%-a. A relatív páratartalom napi és éves ingadozása egyaránt jelentős. Az éves ingadozás tekintetében a relatív páratartalom maximuma decemberben (87-88%), minimuma pedig áprilisban (67-71%) van. A csapadék a legváltozékonyságú meteorológiai jellemző. A legcsapadékosabb időjárást a dél felől érkező meleg és nedves

légtömegek okozzák. A Kelet-szlovákiai Alföld legszárazabb városa Somotor, a legnedvesebb pedig Szentmihályi (Mihalovce). A délnyugati és a középső részeken hullik a legkevesebb (évente 600 mm alatt) csapadék. Északkelet felé nő a csapadék mennyisége, és a Kelet-szlovákiai Dombság területén éves átlaga eléri a 800-900 mm-t is. Általában a június a legcsapadékosabb (79-90 mm) és a március a legszárazabb (27-38 mm) hónap. Az éves csapadékösszeg a kontinentális éghajlat mérsékeltövi típusának felel meg. Télen az északabbra eső területeket általában hosszabb ideig fedi hótakaró, mint a déli vidékeket (pl. Vranov – 81 nap, Královsky Chlmec – 49 nap).

Az evapotranszspiráció maximuma (80-90 mm) a vegetációs időszak alatt júniusra és júliusra, minimuma pedig áprilisra (48-56 mm) és októberre (16-25 mm) esik. A potenciális evapotranszspiráció összege éves viszonylatban kb. 619 mm az északi, és 687 mm a déli területeken, a maximuma júliusban (115-125 mm), a minimuma (0 mm körül) pedig januárban van.

A talajvízmélység éves ingadozását egy szinuszgörbével lehet a legjobban leírni, melynek a maximuma március-áprilisban, a minimuma pedig októberben van.

Az évszázadok során a Kelet-szlovákiai Alföld hidrológiai viszonyai jelentős változáson mentek át. Voltak időszakok, amikor 45 ezer hektárnyi területet öntött el rendszeresen az árvíz és 100 ezer ha-t tettek ki a mocsarak.

A felszíni lefolyással és az árvízzel kapcsolatos problémák komplex rendezésére 1949-ben került sor. A rendezés során a legfontosabb szempontok a művelt területek árvízmentesítése, a mocsarak lecsapolása és a mezőgazdasági táblák öntözése és drénezése voltak. Összesen 316 km hosszú folyószakasz mederkorrekcióját végezték el, 522 km hosszan fektettek le dréncsöveket, a felépített gátak hossza pedig 453 km volt. A Laborec folyó vizének összegyűjtése céljából több víztározó is épült. A vihorláti víztározó 334 millió m³, a domasai 172,5 millió km³ víz tározására képes, a besai belvízártér pedig, melynek területe 1568 ha, összesen 53 millió km³ vizet tud befogadni. A területen található 16 szivattyúállomás 1207 ha terület drénezését látja el, kapacitásuk 112,8 m³/másodperc. A komplex vízrendezési munkálatok keretén belül összesen 26 ezer ha mezőgazdasági terület öntözőrendszerét építették ki.

Jegyzet

* A talajtípusok meghatározása a FAO besorolása szerint történt.

- Dumitru M., Munteanu V.: Soil vulnerability assessments in Romania: Country report on the activities and main results of the SOVEUR Project. In: N. H. Batjes, E. M. Bridges (eds.) *Soil and Terrain Database, Land Degradation Status and Soil Vulnerability Assessment for Central and Eastern Europe*, FAO Land and Water Digital Media Series 10, CD-ROM, FAO, 2000.
- Laktionova T. N., Medvedev V. V.: Classification and Mapping of the soil degradation, *Collection of Papers by Ukranian Members of European Society for Soil Conservation*, Institute for Soil Science and Agrochemistry Research, 75, Kharkiv, 1999. pp. 8–16.
- Nagy J., Szabó J., Pásztor L., Dobos A., Csernevák R.: Talajinformációs rendszer alkalmazási lehetőségei az Észak-Alföldi Régióban (in Hungarian)(ISBN 963 204 869 5). In: Harnos Zs., M. Herdon (eds.): *Agrárinformatika 2002*, pp. 193–199.
- Németh T., Szabó J., Pásztor L., Bakacsi Zs.: Elaboration of a complex GIS application in a catchment area, *Water Science and Technology*, 45, 2002. 133–140.
- Pásztor L., Suba Zs., Szabó J., Várallyay Gy.: Land degradation mapping in Hungary. In: J. F. Dallemand, V. Perdigao (eds.): *EUR 18050 – PHARE Multi-Country Environment Programme MERA Project Proceedings*, European Commission, 1998. pp. 43–54.
- Pásztor L., Szabó J., Bakacsi Zs.: GIS processing of large scale soil maps in Hungary, *Agrokémia és Talajtan*, Vol. 51, No. 1–2, 2002. 273–282.
- Sutor L., Stekauerova V.: Soil vulnerability assessments in Slovakia: Country report on the activities and main results of the SOVEUR Project. In: N. H. Batjes, E. M. Bridges (eds.): *Soil and Terrain Database, Land Degradation Status and Soil Vulnerability Assessment for Central and Eastern Europe*, FAO Land and Water Digital Media Series 10, CD-ROM, FAO, 2002.
- Várallyay Gy., Szabó J., Pásztor L., Michéli E.: A database for sustainable agriculture and environmental protection in Hungary. In: H. J. Heineke, W. Eckelman, A. J. Thomasson, R. J. A. Jones, L. Montanarella, B. Buckley (eds.): *Land Information Systems. Developments for planning the sustainable use of land resources*. European Soil Bureau. Research Report 164. Ispra, 1998. pp.151–164.
- Várallyay Gy., Pásztor L., Szabó J., Michéli E., Bakacsi Zs.: Soil vulnerability assessments in Hungary: Country report on the activities and main results of the SOVEUR Project. In: N. H. Batjes, E. M. Bridges (eds.): *Soil and Terrain Database, Land Degradation Status and Soil Vulnerability Assessment for Central and Eastern Europe*. FAO Land and Water Digital Media Series 10, CD-ROM, FAO, 2000.
- Várallyay Gy.: *Magyarország talajtakarója*. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, 2000. 145. p.

A Tisza és az ember

A Föld folyóinak és a mellettük élő népeknek a kapcsolata az emberiség kialakulása óta rendkívül sokoldalú és térben és időben is gyakran változó. Ezt a folyamatot a különböző mennyiségű és minőségű hatásokat kiváltó természeti és társadalmi tényezők hozzák létre és teszik állandóvá. Így van ez a Kárpát-medencében és annak folyóhálózata fejlődésében is. De nyilvánvaló, hogy a szilárd kőzetű hegységek folyói kialakulásuk óta kevésbé változtatták helyüket, mint a süllyedő medencék laza üledékekből épült felszínén áthaladó vízfolyások. A medencék folyói a rájuk ható külső és belső erőktől irányítva gyakori és intenzív helyváltoztatásoknak vannak kitéve és természeti jellegükben is gyakran átalakulnak. Amióta pedig a társadalomnak az élőhelyén áthaladó folyókkal szemben támasztott igényei és a vízfolyások tulajdonságait módosító eszközei a korábbi időkhöz viszonyítva sokszorosára gyarapodtak, az ember is gyakran és intenzíven befolyásolja és átalakítja a különböző medencék folyóhálózatát. Ez a kölcsönös visszahatás nagyon jellemző az Alföld folyójának tekinthető Tiszára és a vízgyűjtőterületén élő lakosságra is.

A Tisza és az ember kapcsolatának térbeli helyzete sokat változott az idő folyamán. A mai Alföld hazai részének vízhálózata még ki sem alakult, amikor az első emberi lakóhelyek a Bükk-hegységben (a Subalyukban és a Lambrecht-barlangban) megjelentek. A Szeleta-kultúra felsőpleisztocén időszaki népe is már jóval előbb kialakította Bükk-hegységbeli lakóhelyét, amikor a Tisza még a mai Ér-Berettyó irányában építgette hordalékkúpját az Alföld süllyedő medencéjének peremén. Ahogy aztán a süllyedés mértéke mérséklődött és a hegységkeret folyói hordalékukkal fokozatosan fel- és kitöltötték, úgy terjeszkedett a korábban csak a peremhegységekben megtelepedett lakosság is a medence belseje felé. Az Alföld első betelepülői kezdetben természetesen alkalmazkodtak a helyi természeti adottságokhoz, köztük a vízrajzi viszonyokhoz is. Csak később, ahogy lélekszámuk gyarapodott és a felszínalakításra alkalmas munkaeszközeik is kifejlődtek, kezdhették el szükségleteiknek és igényeiknek megfelelően átalakítani megtelepülésük eredeti környezetét. Azokat a helyeket, ahol életmódjuknak megfelelő természeti körülményeket találtak, folyamatosan megszállva tartották, míg a megélhetésükhöz alkalmatlan területeket elkerülték. Ezért találjuk egyes helyeken a különböző őskultúrák emlékeit egymást követő sorozatban, míg más területek évezredek óta lakatlanul

maradtak. Mivel a víz a mindennapi szükségletek legfontosabbjai közé tartozott, az ősi településeket is mindig a folyópartokon, vagy azok közelében találjuk. Jól kitűnik ez a feltárt őskori települések térképeiről, amelyek kivétel nélkül mind egykori vagy ma is létező vízfolyások közelében találhatóak. Ezekből élesen elkülönül az a kb. 50 középső paleolit (Würm időszak felső-pleisztocén) lelőhely a Bükk-hegységben és környezetében, amelyek környezetükből kiemelkedő magaslatokon találhatóak. Az első vízparti települést a Bodrog mellett tárták fel Bodrogkeresztúrnál, a másodikat pedig a Hernád mellett Arkánál, melyek a felső Würm idejéből, a gravetti kultúra időszakából származnak. Ez a kultúra később továbbterjeszkedett az Alföld más területeire is (Szeged-Öthalom, a bácskai Kígyós-ér melletti Madaras, stb.)

A neolitikumban az egyéb foglalkozások mellett általánosan elterjedtek az Alföldön a földművelő-állattenyésztő kultúrák (i.e. 6000–4000), amelyek az előző – főleg vadászati – foglalkozásokkal szemben fokozott vízparti orientációra készítették az akkor itt lakó népeket. Ezek egykori lakóhelyeit megtalálták a Szamos, a nyírségi vizek, és az akkor már mai helyére átváltott Tisza melletti Tiszakarádtól kezdve a Maros torkolatáig. De megtalálhatók a mellékfolyók (Berettyó, Hernád, Sajó, Tarna) mellett is. Feltűnően kevés viszont a gyér vízellátású Duna–Tisza közén talált korabeli maradvány. A Körösök melletti nagyszámú előfordulásukból származik a Körös-kultúra elnevezés, amelyhez az alföldi halászat első virágzó periódusa is kapcsolódik. Ez a kultúra később észak felé Szatmárban is előfordult, ill. elterjedt. Ezt azután az ún. vonaldíszes kultúrák népe a Marostól északra fekvő területekről kiszorította. A legfejlettebb neolitikus kultúra azonban a „tiszai” elnevezésű, amelynek telepítései főleg a Tiszántúlon tárták fel (Hódmezővásárhely, Szegvár, Lebő, Vésztő-Mágor). Jellemzője, hogy már a gabonatermeléshez kötődő építmények is megjelentek telepjein. Önálló csoportjai voltak a gorzsai, herpályi és csőszhalmi elnevezésűek. A vízfolyásokhoz való telephely kötődést aztán nyomokon követhetjük a rézkori, bronzkori és kora vaskori kultúráknál is. A rézkorban a csapadékosabbá váló időjárás érezhetővé teszi a földműveléssel szemben az állattenyésztés fellendülését, az életmód változását. Nevezetesebb alföldi csoportjai a tiszapolgári, bodrogkereszturi és péceli kultúrák. Ahogy az állattenyésztés egyre elterjedtebbé lett, úgy szaporodott a folyókhoz – főleg a Tiszához – kötődő egykori lakótelepek száma a bronzkorban is. A korabeli kultúrák neve is elárulja a folyókhoz kötődő elterjedésüket (nagyrévi, pitvarosi, hatvani, gyulavarsándi, szőregi, füzesabonyi, stb. kultúrák). A bronzkort követő vaskorban a keletről érkező hódító népekkel a korábbi állattenyésztő ágazatok közül a lótenyésztés virágzik fel. Hordozói a mezőcsáti és más alföldi kultúracsoporthoz (Mezőkeresztes, Nyíregyháza, Szentes, Tápiószéle).

Az i.e. 4. századtól, a vaskor második felében megjelentek a Kárpát-medencében a már név szerint is ismert népek (kelták, dákok, pannonok), melyek

életmódját már részletes feltárások, kutatások és leírások taglalják. Érdekes módon az Alföldön visszamaradt telepeik száma a korábbiakhoz viszonyítva csökkent, de azok olyan – a mai vízfolyásoktól távolabbi – helyeken is előfordulnak, amelyek azelőtt lakatlanok voltak. A Dunántúl római meghódításával párhuzamosan az Alföld a szarmaták uralma alá került. Ezek főleg a Tiszántúlon és Szeged környékén hagytak vissza sok települési emléket, melyek természetesen továbbra is főleg a vízfolyások mellett vagy azok közelében léteztek. Hozzájuk kötődik az első alföldi mesterséges vízfolyás, a Tiszától a Dunáig vezetett Csörsz-árok kiépítése, amely a Tisza melletti Ároktótól indul és a Vác alatti Duna-mederig követhető. Maradandó vízrajzi hatását mutatja, hogy a Tarna Tarnabod és Zaránk, a Gyöngyös-patak pedig Visznek és Jászárokszállás között ma is benne folyik.

Érdekes módon a szarmatákat követő hunok és gepidák alföldi időszakából nem maradt vissza annyi települési lelőhely, mint a korábban ott lakó népektől. Valószínűleg azért, mert rövidebb ideig voltak az Alföld birtokosai. A megmaradt települési emlékek azonban ezektől is mind a vízfolyásokhoz kötődnek. Annál több viszont az avarokhoz kötődő települési emléanyag, amelyek viszont már a vizektől távolabbi élőhelyekre is utalnak. Az Alföld fokozódó sztyepp jellege feltűnt a Szeged-vidéki hun királyi udvart meglátogató római követnek, Priszkosznak is, amiről úti beszámolójában is megemlékezik.

A magyar honfoglalást megelőző utolsó alföldi népcsoport a bolgároké és a szlávoké volt. Előbbiek főleg a Tiszántúl déli részén, utóbbiak annak az északi részén hagytak vissza ottani életmódjuk emlékeit és nyomait. A feltárt települések helyzete, az egyes építmények módja és anyaga egyebek mellett a pleisztocén végi és holocén időszakai éghajlat-ingadozásokat is tanúsítja, amelyek a természetes növényzet alakulásában a fenyő–nyír fázistól a tölgyesek uralmán át a bükkösök alföldi elterjedéséig, majd azok visszavonulásáig vezetett. Utóbbiak maradványai az Alföld északkeleti részén, a Felső-Tisza mellékén máig megtalálhatók. Az egyes népek életmódja azonban már jelentősen befolyásolta az erdők éghajlattól irányított természetes térfoglalását.

A magyarság a 9. század végén főleg állattenyésztéssel foglalkozó, de a folyók melletti téli szállásaik körzetében földet is művelő népként érkezett a Kárpát-medencébe. A folyók menti árterek az ő életükben fokozottan fontos szerepet tölthettek be. Az éghajlati adottságok az alföldi pusztákon évente kétszer korlátozták a nyájak megfelelő ellátását. Az egyik ilyen időjárási periódus a nyár második fele, amikor a gyakori aszályok miatt a löszös-homokos puszták növényzete általában kiszáradt. Ilyenkor a tavaszi árvizektől már megszabadult árterek rétjei mentették át az állatállományt az aszályos időszakokon. A másik veszélyes időjárási helyzet a vastag téli hótakarók alkalmával következett be, amikor a nyájak a pusztamezőkön nem juthattak élelemhez. Ilyenkor ismét az árterek láprétjei, sásos-nádas mocsári növényzete nyújtott menedéket az állatállomány számára. Ez a periódusos „legelőváltó” gyakorlat

egészen a 19. századi ármentesítésekig általános kényszer volt az Alföldön, ami az ártérperemi állandó lakóhelyek kialakulásának is egyik fontos telepítő tényezője volt. De volt egy másik lényeges, ahhoz a partsávhoz kötődő adottság is, főleg a Tisza mellett. Ez a folyó rendkívüli halgazdagsága volt, amit az a régi mondás is igazol, hogy a Tiszában több a hal, mint víz. Ez már önmagában is nagyszámú ártérperemi település kialakulásához vezetett.

Az árterek peremének a honfoglalás kori Magyarország életében betöltött nagy telepítő hatását szemlélteti Szőke B.¹ tanulmánya, miszerint az abból az időszakból származó 148 régészeti feltárt lelőhelyből 74 ott található. Ebből 32 kifejezetten a Tisza árterének a szélén. De folytatódott ez a jelenség a további századokon is. A kora Árpád-korból feltárt 164 lakótelepből 84 található az alföldi árterek peremén. S hogy ezek telepítő hatása századokkal később is érvényesült, azt mutatja, hogy a sok történelmi megrázkodtatáson átment tiszai ártér szélein korunkban – Kolosváry G. (1928) adatai szerint – 112 település található. S hogy ebben egyéb tényezők mellett a Tisza vizének nagy halbősége is fontos szerepet játszott, az kitűnik abból, hogy közülük 52 települést halászház alapítottak. De természetesen érvényesültek más hatások is. A Tiszát kísérő széles ártéren általában nem volt könnyű az átkelés. Ezért ahol a két oldali ármentes perem megközelítette egymást, már a korai időkben forgalmi központok alakultak ki. Ezért volt már Anonymustól is kihangsúlyozott nagy fontossága a tokaji, dorogmai, abádi és bődi réveknek, amelyek az átkelő forgalom állandó központjai voltak. (Ma vasúti hidak vezetnek át a Tiszán ezeken a helyeken, mutatva, hogy a helyzeti energiák ma is hatnak.) Volt jelentősége a települések életében a folyók szállításra való felhasználhatóságnak is. Az erdélyi sót a Maroson szállították Szegedig, ahonnan aztán részben a Tiszán, részben pedig szárazon juttatták el az egyes településekre. A vízimalmok első nyomai is a 11. századból maradtak vissza.

A lakosság fő foglalkozása azonban a folyóparti településeken elterjedt halászat mellett az állattenyésztés volt, ami uralkodó elfoglaltsága volt a honfoglalók utódainak is még századokon át. Ez az életmód részben átvészelte még a 13. századi tatár betörés pusztításait is és viszonylag gyorsan helyreállt a pusztító rablónép elvonulása után is. Ez az uralkodó foglalkozási jelleg a következő századokban is fennmaradt, sőt még fokozódott is. Ez azonban a továbbiakban a természeti környezet részleges megváltozását idézte elő, mivel a terjeszkedő legelők visszaszorították a korábban erdőkkel borított területeket. Jelentkezett ez az erdőket gyérítő hatás már az Árpádok idejében is. Általánossá azonban a török kor utáni századokban lett.

A főleg állattenyésztő alföldi magyar népesség törökkori nagy lélekszámvesztését külszági és a hegyvidéki hazai lakosság betelepítésével igyekeztek pótolni. Részt vettek ebben a 18. századi, Alföldre való áttelepítésben a tótok (szlovákok), rutének, románok, délszlávok és a külszági németek is. Mivel eredeti foglalkozásuk jellege eltért a helyben lakó magyarságtól, élet-

módjuk is sajátos szükségletek kielégítését kívánta meg. Jellemző volt rájuk az erdők erőteljes irtása, hogy egyrészt nagymértékű építő-, tűzi- és szerszámfa szükségleteiket kielégíthessék, másrészt, hogy a kiirtott erdős-bokros területek helyét mezőgazdaságilag hasznosíthassák. A kiterjedt erdőirtásnak az lett a következménye, hogy a 18. század közepétől számított évszázadban kb. 23 000 km²-nyi erdőterületet pusztítottak ki. Ennek hatására – mint ahogy Jakucs László professzor kifejtette² – minden 10%-nyi erdőterület eltűnése 5%-kal növelte a csapadék lefolyási hányadát. Emiatt egyre szélesedett az árterületnek minősülő felszín. Az 1833-as felmérések szerint addig az ország 854 olyan települése került árvízi veszélyeztetettség alá, amelyek korábban attól biztonságban éltek. Ez helyenként a korábbi lakóhelyek elhagyására, átköltözésre kényszerítette a lakosságot, amint azt a Nagysárrét-vidékéről Papp A.³ kimutatta. De a szaporodó népességgel párhuzamosan terjeszkedett a megművelt földterület is, amit az emelkedő árvízszintek egyre inkább veszélyeztettek. Ennek következtében az árvizek elleni védekezés igénye egyre általánosabbá lett országszerte. Ez a hangulat azonban már a 18. században jelentkezett és már Mária Terézia uralkodása idején születtek elgondolások a folyók emelkedő árvizeinek megfékezésére, ami azonban akkor még nem valósulhatott meg.

Az első nagyobb szabású vízhálózat-átalakító munka a Dunától a Tiszáig vezető Ferenc-csatorna kiépítése volt 1793–1802 között az ausztriai Gumpendorfban hadmérnöki képzettséget szerző Kiss-testvérek (József és Gábor) által. Ezt megelőzte 1787-ben a Tiszából Abádszalók alatt kiszakadó Mirhó-fok elzárása, amely árvizek idején a Nagykunság északi felét árasztotta el a Kakat-éren keresztül. Ez a vízfolyás valószínűleg az Ős-Tarna medermaradványa volt, amely a Tiszának az Ér-Berettyó-völgyből mai helyére való átváltása előtt ezen a medren át csatlakozott az Ős-Tiszához.

Közben pedig ennek az egész ország életét pozitívan befolyásoló feladatnak, a folyók szabályozásának az alapkövét is lerakták, amikor 1782-ben megalapították Budán a világ első mérnökképző főiskoláját (Institutum Geometrico et Hydrotechnicum). Létrehozásában nyilvánvalóan nagy szerepet játszott az ott kiképzett mérnökgenerációkra váró feladatok sokasága és országos fontossága. Ahhoz azonban, hogy e feladatok megoldása valóra váljon, el kellett érkeznie a francia forradalmat követő, Európát negyedszázadon át sújtó háborús korszaknak is. Ismeretes, hogy ezek a háborúk Magyarországot csupán 1809-ben érintették közvetlenül. De a folytonos háborúkat kísérő gazdasági konjunktúra annál inkább érezhető volt a monarchia területén is minden téren, főleg pedig az élelmet termelő mezőgazdaságban, mind a gabonatermelésben, mind az állattenyésztésben. Az 1790-es évek elején egy pozsonyi mérő búza ára 30-40 garas volt, ami az 1800-as évek elején 5 Ft fölé emelkedett. A mezőgazdasági konjunktúra felívelése magával vonta a termőterületek további terjeszkedését és az azokat veszélyeztető, egyre emelkedő

szintű árvizek elleni védekezés megoldásának előkészítését. Ennek keretében ment végbe az ország területének az egyes folyók vízgyűjtőterülete szerinti felmérése és térképezése. 1818–24 között Huszár Mátyás vezetésével a Körösök, 1823–38 között ugyancsak Huszár Mátyás, majd Vásárhelyi Pál irányításával a Duna, 1834–46 között pedig Lányi Sámuel főnöksége alatt a Tisza-vidék vízrajzi térképfelvételét végezték el. Közben az egyes folyók vízjárása – részben az időjárási viszonyok, részben pedig a mederfejlődésnek az egységes központú irányíthatatlansága és a különböző – a következményekkel nem számoló – emberi-társadalmi beavatkozások miatt – egyre inkább elfajult és országos szinten is beavatkozást igénylővé vált. Különösen megrázó hatású volt össztársadalmi tekintetben is a Pest–Budát és a tőlük délre fekvő ártéri területeket elpusztító 1838-as jeges árvíz, aminek hatására általánossá lett országos szinten is a folyók szabályozását követelő hangulat. A nagy dunai árvizet megelőzték és követték a hasonló hatású 1816-os, 1830-as és az 1845-ös tiszai árvizek.

A sors különös ajándéka volt a magyar nép számára, hogy a folyószabályozásokon át az egész országot kedvezően érintő és hatásaiban korunkon át még a későbbi századok életét is sok szempontból pozitíven befolyásoló nagy természetátalakító munkálatoknak a megalapozására, megszervezésére és megindítására Széchenyi István személyében adott egy rendkívüli képességű vezető-irányító egyéniséget. Méltó társa volt ennek az egész ország javát szolgáló feladatnak az előkészítésében Vásárhelyi Pál, akivel az 1840-es évek elején az Al-Duna szabályozásának munkálataiban már együtt dolgoztak. Korábbi kapcsolataik alapján érthető is, hogy Széchenyi – mint 1845 óta a Helytartótanács Közlekedési Bizottságának elnöke – a Tisza szabályozási tervének kidolgozására Vásárhelyi Pált kérte fel.

Hogy a folyók megregulázásának sorában elsőnek mindenki a Tiszára gondolt, az ennek a folyónak rendkívül nagy területet hátrányosan érintő vízrendszerével és vízjárásával magyarázható. A Vásárhelyi által kidolgozott szabályozási tervnek az alapelve az volt, hogy a kanyargós folyó útvonalat a nagyobb kanyarulatok átvágásával lerövidítse, ezáltal megnövelje a mederését és meggyorsítsa az árhullámok levonulását. Az alacsonyan fekvő árterek védelmére pedig olyan védtöltések kiépítését javasolta, amelyek között a levonuló árhullámok mélysége és szélessége arányaiban megegyezik az eróziós egyensúlyban levő középvízi meder mélységével és szélességével. Vásárhelyi tervében 102 tiszai kanyarulat átvágás megvalósítása és így a folyó mederhosszának 1/3-dal való megrövidítése szerepelt. Ez a nagyméretű beavatkozás a Tisza addigi útvonalatának átalakításába azonban nagy ellenkezést váltott ki, főleg az érintett partvonal településeinek és birtokosainak körében. Ezért az 1846 januárjában az érintett vármegyék képviselőiből megalapított Tiszavölgyi Társulat választmányának 1846. április 8-i ülésén nagy vita alakult ki Vásárhelyi szabályozási tervéről, miközben a terv kidolgozója

váratlanul meghalt. Tervezetének felülbírálatára felkérték Paleocapa Pétert, a Lombard-Velencei királyság közmunkaügyi főigazgatóját, aki már előbb is foglalkozott magyarországi folyók – főleg a Duna – szabályozásának kérdéseivel. Az ő felülbírálata Vásárhelyi tiszai tervezetéről néhány hónap alatt elkészült. Ebben Paleocapa Vásárhelyi jó helyismereten alapuló javaslatával szemben csupán a védtöltések kiépítésére és mindössze 15 átvágás létesítésére tett támogató nyilatkozatot. Az általa tervezett átvágások azonban jóval hosszabbak lettek volna, mint a Vásárhelyi által javasoltak, mert utóbbiak együttes hossza 452 km-re lett tervezve, míg Paleocapa kisszámú átvágásáé 205 km-re. De lényegesen nagyobbra javasolta Paleocapa a párhuzamos védtöltések távolságát is (900–1500 m), mivel azok feladata szerinte nem az árvizek eróziós hatásának fokozása, hanem azok víztömegének a tározása. Mindenesetre 1846. augusztus 27-én Széchenyi a Tiszadob melletti urkomi tetőn megtett kapavágásával a tervezett átvágások egyikének jelképes megvalósításával kezdte el az ország ősi természeti viszonyainak átalakítását. Mint azóta sokan – elsőnek Kvassay Jenő – megírták, „ezzel népünk új honfoglalása kezdődött el.”

A kivitelezés során a következő évtizedek alatt aztán sokban módosultak az eredeti szabályozási tervek. Végeredményben a Vásárhelyi által javasolt 102 átvágásból (a térképeken 101 szerepel, mert a 32-esnek „a és b” mederrésze is van) egyesek számbavétele szerint csak 94 valósult meg, míg mások 114 átvágásról írnak. Így sokaknak az a véleménye, hogy az átvágásokban Vásárhelyi, a töltések vonalvezetésében pedig inkább Paleocapa javaslatai valósultak meg. Ez nem a legszerencsésebb megoldás, mert így a folyó hosszában a gátak között kiterjedt ártéri öblözetek és szűkös szorulatok – mint pl. Szegednél is – jöttek létre, ami a folyó árvizeinek levonulását késlelteti, míg a hordalék ártéri lerakódásának intenzitását helyenként károsan fokozza.

Különösen megrázó és szemlélet-változtató hatású volt az 1879-es, Szeget elpusztító tiszai árvízkatasztrófa. Ennek hatására az ún. tiszai törvényben műszakilag egységesítették a Tiszának és mellékfolyóinak további szabályozását és vízgyűjtőik ármentesítését. Ezeket a munkálatokat az Országos Vízépítési Igazgatóság azután azonos szemlélettel és módon irányította. Maguk a tulajdonképpen folyószabályozások a 20. sz. elején be is fejeződtek. De az általuk előidézett természeti környezeti változások és az időjárás szélsőséges periódusai időről-időre felújítják a munkálatok során elkövetett hibák hatását és a kiküszöbölésüket kívánó következményeket.

Mivel a folyószabályozó és ármentesítő munkálatok a Tisza mellékfolyóira és azok hazai – főleg alföldi – vízgyűjtőterületeire is kiterjedtek, azok méreteiről és térbeli értékeléséről csak együttes bemutatásukkal kaphatunk összehasonlító képet. Ezért közöljük a következő táblázatokon a Tisza vízrendszerének és a szabályozások munkálatainak a fontosabb adatait. Az 8. táblázaton a magyarországi ármentesítések adatait szemlélhetjük. Kitűnik belőle, hogy az

8. táblázat

Adatok a magyarországi ármentesítésekről

Síkvidéki árterület a történelmi országterület (283 000 km ²) %-ában	13,7%
Ebből mentesített terület	36 700 km ²
A mai országterület eredeti árterülete	22 000 km ²
Ebből mentesített terület	20 500 km ²
Hullámtér	1 500 km ²
A Duna vízgyűjtő eredeti árterülete	12 650 km ²
Ebből mentesített terület	12 200 km ²
Ebből a mai országterület része	5 500 km ²
Hullámtér	45 km ²
A Tisza vízgyűjtő eredeti árterülete	25 850 km ²
Ebből mentesített terület	24 500 km ²
Ebből a mai országterület része	16 500 km ²
Hullámtér	1 050 km ²
Az Alföld eredeti árterülete	30 400 km ²
Ebből mentesített terület	29 000 km ²
Ebből a mai országterület része	21 000 km ²
Hullámtér	1 250 km ²
A belvízi csatornahálózat hossza az országban	39 822 km
Ebből a Duna vízgyűjtőjén	8 709 km
A Tisza vízgyűjtőjén	31 113 km
Az Alföldön összesen	35 863 km
Ebből a Duna vízgyűjtőjén	4 750 km
A Tisza vízgyűjtőjén	31 113 km

ország ősi árterületeinek túlnyomó része – 95% – az Alföldet borította. A Duna és a Tisza közötti megoszlása pedig 75%-os volt a Tisza vízgyűjtőjének „javára”. Ez az oka, hogy a folyószabályozások által megvalósított ármentesítő munkálatok is túlnyomórészt a Tisza vízgyűjtőjét érintették és alakították át.

A 9. táblázatban az elvégzett folyószabályozásokról adunk tájékoztatást. Összehasonlításul a Tisza vízrendszerén kívül a Dunán és a Dráván végzett szabályozások méreteit is közöljük. Kitűnik az adatokból, hogy a különböző számmal jelölt átvágások segítségével a Tisza szabályozott szakasza 37,4%-kal lett rövidebb. Felülmúlta ezt a Körösök rendszere és azon belül a Berettyóé a rekord, amely alig 1/3-ára rövidült. Természetesen az átvágott kanyarulatok hossza is ennél a folyónál a legnagyobb. A szabályozások előtti állapothoz viszonyítva a megrövidült medreknek természetesen megnövekedett az esése, ami a Tiszánál 60%-os értéket jelent. Ennél is jóval nagyobb az esés növekedés a Maroson (100%) és a Hármas-Körösön (150%). De jelentős az esésnövekedés a többi szabályozott folyón is. Ennek következménye, hogy valamennyi-

9. táblázat

Adatok az elvégzett folyószabályozási munkálatokról

Folyó	Folyóhossz a szabályozások		Átvágások hossza, km	Átvágott kanyarulatok		Átlagos esés a szabályozások	
	előtt, km	után, km		száma	hossza, km	előtt, cm/km	után, cm/km
Duna ¹	494	417	–	23 ²	–	5 ²	8 ²
Tisza	1419	966	136	114	589	3,7	6
Dráva ³	409	232	–	68	–	7,5	12
Maros ³	191	121	–	27	–	14	28
Hármas-Körös	234	91	34	39	177	2	5
Kettős-Körös	84	37	3	15	70	4	8
Fehér-Körös ³	126	67	25	81	84	–	–
Fekete-Körös ³	166	90	26	61	102	–	–
Sebes-Körös ³	162	86	53	24	129	–	–
Berettyó ³	269	91	51	46	229	–	–
Körösök együtt ³	1041	462	212	266	791	–	–
Szamos ³	187	108	–	36	–	–	–
Bodrog ¹	76	50	8	8	34	3,5	6

1 = A magyarországi szakaszon; 2 = Dunaföldvártól a határig; 3 = A szabályozott szakaszon.

10. táblázat

A szabályozás főbb eredményeinek adatai a Tiszáról

Folyószakaszok	Régi hossz, km	Mai hossz, km	Holtág, km	Átvágás hossza, km	Rövidülés, %	Esés a szabályozás	
						előtt, cm/km	után, cm/km
Forrás-Tiszabecs	208	208	–	–	–	–	–
Tiszabecs-Tokaj	335	208	169	42	38	7,5	12,2
Tokaj-Tiszafüred	205	117	113	25	43	3,0	5,2
Tiszafüred-Csongrád	326	191	160	25	41,4	2,1	3,7
Csongrád-Maros-torok	100	67	46	13	33	2,5	3,8
Maros-torok-Határ	28	17	19	8	39,3	–	–
Határ-Torkolat	217	158	82	23	27	1,9	2,7
Összesen:	1419	966	589	136	32	3,7	6

nek fokozódott a sebessége és az eróziós teljesítménye, aminek következtében általános lett a meder bevágódása is. A Tiszán ez abban mutatkozik meg, hogy a korábbi kanyarogva feltöltő szakaszjelleg kanyarogva bevágódóvá alakult át. Emiatt a folyó a szabályozások óta nem csak bevágódik, hanem oldalozó erózió-

ót is fejt ki. Ennek következménye, hogy a szabályozás óta a Tisza hossza a szabályozott szakaszon 5 km-t növekedett.

Hogy a Tisza egyes szakaszait hogyan alakította át a szabályozás, azt a 10. táblázaton mutatjuk be. Azon kitűnik, hogy a legnagyobb meder rövidülés (43%-os) a Tokaj–Tiszafüred közötti szakaszon ment végbe, de nem sokkal marad el tőle a Tiszafüred–Csongrád közötti és a Maros-torkolat alatti sem. Természetes, hogy a folyómeder esésnövekedése is ezeken a szakaszokon a legjelentősebb. Ennek a jelenségnek az oka nyilvánvalóan a kanyarulatok méreteiben és számában keresendő, amely mögött – mint létrehozó tényező – a fiatal szerkezeti mozgások hatása áll. Ezek következménye a Bükk-hegység-ből érkező vízfolyásokat a főfolyóba való torkolatuk előtt összegyűjtő és külön mederben a Tiszába vezető Kis-Tisza kialakulása is, valamint a Marosnak egykori alsó szakaszából – az Aranka mederből – való átváltása a Szegedhez vezető jelenkori torkolati útvonalra.

A folyómeder változásai konzekvensen tükröződnek a vízállásviszonyok alakulásában is. 11/a–b. táblázatunkon ennek időbeli értékváltozásait mutatjuk be a Tisza egyes szakaszainak jellegadó vízmércéiről. Kitűnik a vízállásadataiból, hogy azok nem csak a szabályozási időszakhoz viszonyítva, hanem azóta is folyamatosan váltakoznak. A kisvizek szintje korunkban is süllyed, az árvizeké pedig emelkedik. De ebben a jelenségben már nem csupán a meder-viszonyok változásai tükröződnek. Az még a Lászlóffy W. által 1932-ben közölt 11/a. táblázat adataira érvényes indoknak tekinthető, de a mostani időszak vízállásváltozásaira – az egyre alább szálló kisvizekre és emelkedő árvizekre – már más tényezők is hatnak. Egyrészt tovább tart a vízgyűjtő erdeinek csökkenése és emiatt gyorsul az árvizek lefutása. De fokozza ezt a hatást a különböző vízátnemerestő felszínek terjedése is és a vízlevezető csatornahálózat tér- és kapacitásbeli növekedése is. Emiatt gyorsul az árhullámok víztömegének az összegyülekezése és szintemelkedése. Az árvíztömeg hatása növeli a medererózió mértékét, ami a kisvízszintek süllyedését is elősegíti. De ebben is szerepet játszik a lefolyás intenzívebbé válásának fokozódása. A 11/a. és 11/b. táblázatok adatait összehasonlítva kitűnik, hogy az elmúlt 70 év alatt (1932-től számítva) mennyivel növekedtek a kisvizek és árvizek szintkülönbségei a folyószabályozások óta eltelt előző periódushoz viszonyítva. Különösen feltűnőek a 2000. évi árvízrekord vízállásai, amelyek azt tanúsítják, hogy az árvízszintek növekedése a mi korunkban sem csökkent, sőt fokozódott. A kisvízszintek csökkenése korántsem olyan nagyságrendű, de azok között is feltűnő a csongrádi minimumok kiugróan nagy szintsüllyedése a szomszédos vízmércékhez viszonyítva.

Érdekes, hogy a Szilávik Lajostól átvett 12. táblázat adatai szerint a tiszai mellékfolyók 2000-ig végbement vízszintemelkedései messze elmaradnak a befogadó folyó hasonló értékeitől, bár a Szamos 1970-es csengeri vízállása „tiszai” mértékű. Lehetséges, hogy ennek a kiugróan magas vízállásnak az elő-

11/a táblázat

A tiszai nagy- és kisvízszintekben beállott változások

Vízmerce	Az árvízszint	A kisvízszint	A vízjáték
	megváltozása a szabályozások következtében, cm		
Vásárosnamény	-90	-185	95
Tokaj	+90	-95	185
Szolnok	+150	-100	250
Csongrád	+240	-190	430
Szeged	+275	-95	370

Forrás: Lászlóffy W.

11/b táblázat

A Tisza vízállás-ingadozásainak változása

Vízmerce	Kisvízi minimumok		LKV	Árvízi maximumok			LNV
	1890	1957		1830-1855	1932	1970	
Vásárosnamény	-140	-205	-224 (1923)	770	832	912	923 (1998)
Tokaj	-110	-172	-184 (1946)	715	799	872	928 (2000)
Szolnok	-140	-227	-227 (1992)	683	894	909	1040 (2000)
Csongrád	-150	-335	-357 (1968)	610	929	935	994 (2000)
Szeged	-130	-235	-250 (1946)	613	923	960	960 (1970)

12. táblázat

A tiszai mellékfolyók fontosabb vízmércéin észlelt tetőző (NV) és legnagyobb tetőző (LNV) vízszintek 1881–2000 között

Folyó-vízmerce	1888	1919	1932	1939	1940	1948	1955	1970	1974	1975	1989	1999
Túr-Garbolc	-	-	-	-	-	-	446	646	-	-	-	-
Szamos-Csenger	743	-	-	-	-	-	-	902	-	-	-	-
Bodrog-Felsőberecki	-	-	-	-	-	-	-	-	710	-	-	795
Sárospatak	686	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	738
Kraszna-Ágerdő-major	-	650	-	-	-	-	-	-	651	-	-	-
Sajó-Bánréve	-	-	-	406	-	-	-	-	450	-	-	-
Felsőzsolca	-	-	-	-	500	-	-	-	512	-	-	-
Hernád-Hidasnémeti	-	-	-	-	-	410	-	-	404	-	-	-
Gesztely	-	-	-	-	-	-	-	-	400	-	423	-
Zagyva-Jásztelek	-	-	-	-	-	-	-	-	515	-	-	650
Maros-Makó	-	-	580	-	-	-	-	-	-	625	-	-

Forrás: Szlávik Lajos

13. táblázat

Az árhullámok tetőző vízállásainak növekedése a Körösökön

Folyó	Vízmérce	1919	1970	1974	1980	1981	Növekedés, cm
Fekete-Körös	Ant	859	908	944	988	1000	141
	Remete	786	863	916	853	870	130
Fehér-Körös	Gyula	672	718	786	710	742	114
Kettős-Körös	Békés	862	938	972	963	944	110
Berettyó	Szeghalom	566	678	589	666	632	112
Sebes-Körös	Körösadány	714	815	736	798	767	101
Hármas-Körös	Gyoma	873	918	807	881	835	45

Forrás: Szlávik Lajos

14. táblázat

A Tisza és mellékfolyóinak morotvái

Folyó	Holtmedrek		Bal	Jobb
	száma	területe, ha	parton, db	
Tisza	100	1865	56	44
Körösök	34	566	16	18
Szamos	3	205	2	1
Bodrog	3	20	2	1
Maros	2	3	1	1
Összesen:	142	2659	77	65

Forrás: VITUKI adatok

idézésében sajátos helyi tényezők is szerepet játszottak. Viszonylag magas vízállásokat észleltek még a Bodrogon Felsőbereckinél, a Krasznán Agerdő-majornál, a Zagyván Jászteleknél és a Maroson Makónál.

A Tisza többi mellékfolyójának vízszintemelkedésétől eltér a Körösöké, amelyeknek tetőző szintjei – talán a Berettyót kivéve – mind elérik a befogadó főfolyóét. Ennek okát valószínűleg a forrásvidék, a Nyugat-erdélyi-hegyvidék lefolyásviszonyainak felgyorsulásában kell keresnünk.

A szabályozásoknak a vízszintváltozásokon kívül természetesen számos egyéb következményei is kimutathatók a Tisza vízrendszerében. Az átvágott kanyarulatok medermaradványainak a védgátak közé került része az árvizek hordalékától korunkra többnyire feltöltődött. A gátakon kívüli medermaradványok azonban nagyobbbrészt ma is megtalálhatók, mint környéküknek a folyókat kísérő vízgyűjtő mélyedése. Ezek az ún. morotvatavak, amelyek legnagyobb számban a Tisza mentén találhatók és vízfelületük is jelentős. Szint-

15. táblázat

A Tisza vízrendszerének hullámtéri adatai

Vízfolyás	Hossza, km	KÖV-i meder, ha	Hullám- tér, ha	Töltés- köz, ha	Művelés a hullámtéren, ha				Össze- sítés
					erdő	rét, legelő	kert	szántó	
Tisza	574	8 145	69 848	77 993	17 387	14 847	487	36 626	69 847
Szamos	52	502	2 015	2 516	174	571	299	970	2 015
Sajó	114	809	2 844	3 135	140	1 146	18	1 425	2 729
Hernád	103	658	1 684	2 052	144	698	2	835	1 679
Bodrog	50	413	8 872	9 284	946	6 154	113	1 658	8 871
Körösök	–	1 122	7 582	8 705	1 209	5 726	–	647	7 582
Maros	49	561	6 045	6 607	598	915	193	4 339	6 045
Tisza- rendszer összesen		12 280	99 807	111 278	21 118	30 404	1138	47 024	99 684

Forrás: A vízgazdálkodásunk számokban c. kiadvány

jük a mindenkori időjárási viszonyoknak megfelelően nagymértékben ingadozik.

A morotvatavaktól eltekintve az egykori ártérnek a gátakon kívüli, az árvi-
zektől védett része ma mezőgazdasági művelés alatt áll. Ez a terület jelentősen
gyarapította a magyarországi földművelés területét. Más a helyzet a védgátak
között maradt területsávokkal, amelyek különböző kiterjedésben kísérik a
Tisza vízrendszerének vízfolyásait. Ezek méreteiről és hasznosításának mód-
járól a 15. táblázat közöl adatokat. Kitűnik belőlük, hogy valamilyen módon a
gátak közötti ártér – szaknyelven hullámtér – egésze is különböző hasznosítás
alatt áll. Feltűnő, hogy közel 50%-os a szántóföldi művelés aránya, ami az ala-
acsonyabb árvizek ellen védelmet nyújtó ún. nyári gátaknak köszönhető. Jelen-
tős a rétek és legelők részaránya is, míg az erdészeti hasznosítás feltűnően
csekély, alig 21%-os. Pedig a folytonosan emelkedő árvízszinteket tekintve
talán ez lenne az árterek leggazdaságosabb hasznosítási módja.

A Tiszán és mellékfolyóin végrehajtott nagyméretű és kiterjedésű szabá-
lyozási munkálatok után úgy vélhetnénk, hogy azok nagyjában-egészében be
is fejeződtek, ahogy azt 1908-ban hivatalosan is megállapították. Ha azonban
az egyes folyókat ebből a szempontból áttekintjük, sajnálatosan más véle-
ményre kényszerülünk. Az 1980-as évek elején kiadott III. Országos Vízgaz-
dálkodási Keretterv adatai szerint még a Tisza hazai szakaszának is alig a felén
vannak befejezve a szükséges mederrendezési és ártérvédelmi munkálatok.
Mintegy 174 km hosszan pedig még teljes egészében további szabályozásokat
kíván, míg 57 km-en át csak részben befejezettek a szükséges munkálatok.
Ha pedig az egész tiszai folyórendszert nézzük, abban kevésbé haladja meg a

16. táblázat

**A folyószabályozás helyzete és feladatai a hazai Tisza-völgyben.
1975-ös állapot**

Folyó	Hazai hossz, km	Szabályozott, km	Részben szabályozott, km	Beavatkozást nem kíván, km	Szabályozást igényel, km
Tisza	600	259	101	83	157
Túr	29	1	–	25	3
Szamos	52	14	10	3	25
Bodrog	50	2	–	45	3
Sajó	132	31	3	57	41
Hernád	119	22	3,5	49	44,5
Zagyva	124	3	3	100	18
Körösök	219	37,5	2	170	9,5
Berettyó	77	3	3	47	24
Maros	50	17	7,5	25,5	2
Összesen	1452	390	132	579	351
Ebből a mellékfolyókon	852	130,5	31,5	496	194

Forrás: Lászlóffy W. (1982)

befejezett szabályozás (441 km) a még szabályozást igénylő szakasz (349 km) hosszát. Nagy az elmaradás a Sajón és a Hernádon is. Viszonylag kevés a további szabályozásra szoruló folyószakasz a Bodrog és a Túr mellett, valamint korunkban már a Körösök vízrendszerében is.

Lászlóffy W.⁴ adatai szerint 1960-ban a Tisza vízgyűjtő hazai részén

1519 ipartelep

225 848 lakóépület

1985 km vasúti fő- és mellékvonal és

785 km főközlekedési út volt.

A vízgyűjtő romániai részén pedig

60 ipartelep

158 700 lakóépület

555 km vasút és

899 km műút volt található.

A védgátak hossza az 1970-es években a Tisza mellett 1271 km-re, a mellékfolyók mellett viszont 4158 km-re, összesen 5429 km-re növekedett. Tehát a folyószabályozás immár több mint másfél évszázados munkája ma is halad a Tisza vízrendszerében, ahogy azt a szükség kívánja és ahogy a vízgyűjtőn osztozó egyes országok gazdasági lehetőségei megengedik. Ebből a szempontból Magyarország számára – mint a vízgyűjtő nagyobb és alacsonyabb részén fekvő országnak – minden a szomszédos országok területén folytatott szabályo-

zási munka nagy fontosságú, mivel a vízjárási viszonyok ottani szélsőségeinek enyhítése hazai területen is kimutatható csökkenését váltja ki az eddigi árvízi veszélyeztetettségnek.

Ahogy Lászlóffy 1932-ben megjelent első tiszai tárgyú tanulmányának 50. évfordulóján kiadott *A Tisza* c. nagy művében kifejti, nálunk a legfontosabb feladat továbbra is a védtöltések erősítése. Mivel azok stabilitása 100%-osnak sohasem tekinthető, nagyon hasznos lenne a másodrendű védvonalak kiépítése is, hogy az esetleges gátszakadások alkalmával is biztosítva legyen a települések védettsége a folytonosan emelkedő (l. az 1970-es és 2000. év árvízszinteket) vízállások ellenében is. Ugyancsak hasznos lenne az ún. szükségtározók rendszerének a megvalósítása, ami az árhullámok tetőző magasságát mérsékelhetné az arra kijelölt területek szükség szerinti elárasztásával. Így menekült meg 1970-ben Szeghalom városa is a Kutasi-tározó megnyitásával a Berettyó fenyegető árvizétől. Felhívja a figyelmet Lászlóffy az árvizek elleni küzdelemben újabban bevezetett technikai-műszaki újításokra (fóliák, műanyag zsákok, acél szádpallók stb.) is, amelyeket a gátaikon való átszivárgás és a hullámverés ellen alkalmaznak. Nem lebecsülendő segítség a hírközlés felgyorsulása sem, ami a fenyegető veszélyekre való gyors figyelem felhívást teszi lehetővé.

Mindezek után megállapíthatjuk, hogy az évmilliók óta a Tisza vízgyűjtőjén élő embereknek korunkban sincs teljes védettsége az időszakos árvizek pusztításaival szemben. Azonban a mostani helyzet mégis összehasonlíthatatlanul kedvezőbb a folyószabályozás és ármentesítések előtti állapotokhoz képest. Ha nem becsüljük le a természeti erőknél esetenként szélsőséges tiszai árhullámokat előidéző lehetőségeit és megfontoltan felkészülünk a társadalom fokozódó veszélyeztetettségének a kivédésére, akkor nem következhetnek be olyan árvízi csapások, mint amilyeneket 1970-ben és 2000-ben átéltünk. Ha majd biztosítani tudjuk az itt élő társadalomnak a további árvízi fenyegetettséggel szembeni békés életét, akkor valóban úgy is vélhetjük, hogy befejeződött népünk „második” honfoglalása.

Jegyzetek

- 1 Szőke B. 1962.
- 2 Jakucs, 1982.
- 3 Papp, 1980.
- 4 Lászlóffy W. (1982)

Folyóink hullámterei nek fejlődése, kapcsolatuk az árvizekkel és az árvízvédelmi töltésekkel

A Tiszának és mellékfolyóinak az utóbbi években egymást követő rekord-árhullámai rendkívül időszerűvé tették az árvizek elleni védekezés hatékonyságának növelését. Ennek elősegítése érdekében a földrajztudomány is sokat tehet, elsősorban azzal, hogy sokoldalú kutatómunkával feltárja a mai helyzet kialakulásának hidrogeográfiai-geomorfológiai gyökereit, rámutatva az alföldi folyók egyre magasabb tetőzésének alapvető felszínfejlődési okaira.

Egy mai probléma történelmi gyökerei

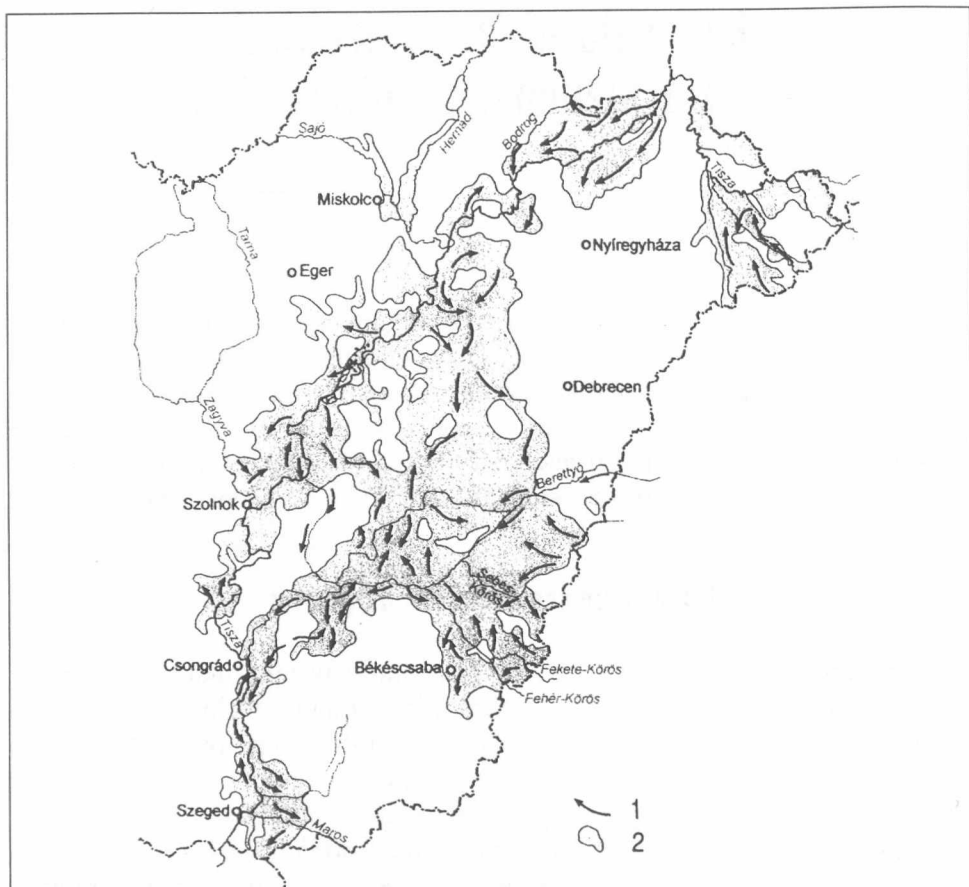
Régi történelmi források és a helytörténeti munkák tanulmányozása során számos esetben kideríthető, hogy az alföldi folyók mentén elhelyezkedő települések mindenhol azokra az ún. magasártéri szintekre épültek, amelyek eredetileg szárazulatok voltak, és amelyeket a legnagyobb árvizek sem öntöttek el. Az ősi Tisza és mellékfolyói hatalmas területeket árasztottak el, ezáltal az Alföld jelentős részét igazi vadvízi országgá alakították (26. ábra).

A Tisza szabályozásának igénye már a 15. sz. második felében, Hunyadi Mátyás uralkodása idején felmerült; ő ugyanis törvényt alkotott, hogy a Tisza kiöntései ellen töltések emelésével kell védekezni. A szabályozás alapjait azonban csak évszázadokkal később, I. Ferenc teremtette meg 1807-ben a vízrendező, illetve a vízszabályozó társulatokról hozott törvényével.

A Lányi Sámuel vezetésével 1834–1848 között elvégzett tiszai térképezés alapján kitűnt, hogy a tiszai árvizek a történelmi Magyarország területén 18 megye 854 települését veszélyeztetik, tehát olyanokat is, amelyek magasártéri szinteken települtek, és az árvizek által korábban védettek voltak (27. ábra).

A Tisza mentén és vízgyűjtő területén bekövetkezett, feltehetően a bányászat következtében is megnövekedett erdőirtás, legeltetés, földművelés hatására a lefolyás mértéke, az árvízszintek megnövekedtek, a települések veszélyeztetettekké váltak. A települések, a vonalas létesítmények és a mezőgazdasági területek biztonsága, védelme érdekében alakult meg 1846-ban

Árvízjárta területek a Tisza térségében az ármentesítés előtti időszakban



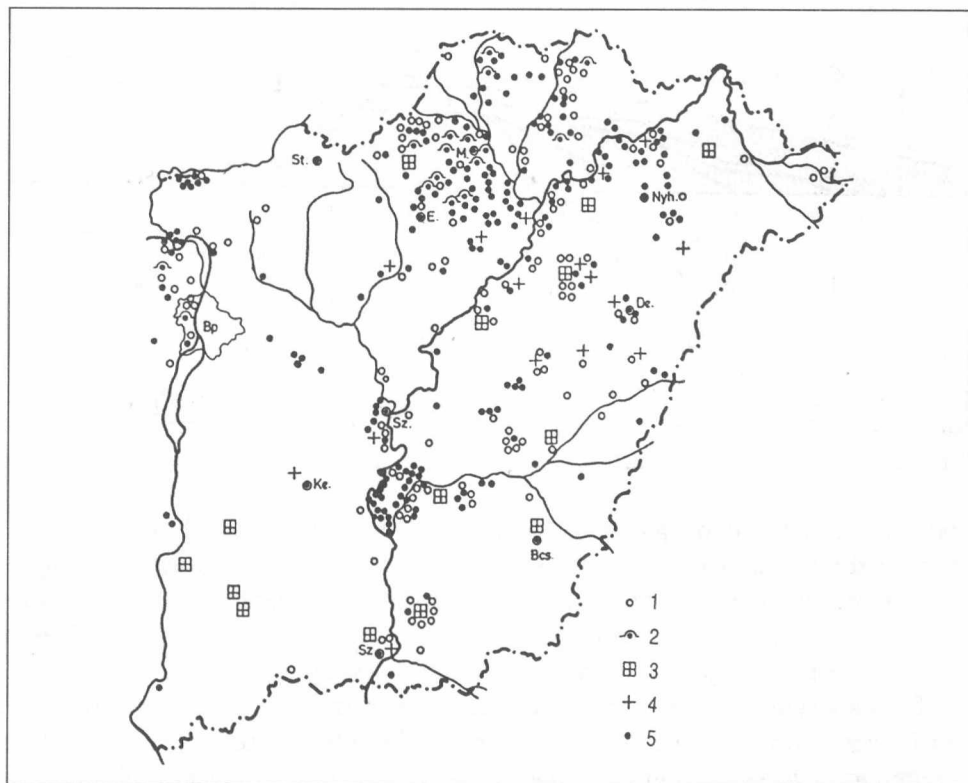
Forrás: Ihrig D. – 1 = vízkitörés helye és iránya; 2 = elárasztott terület

Vásárhelyi Pál vezetésével a Tisza-völgyi Társulat, amelynek célja a szabályozási munkák tervezése és kivitelezése lett.

A Duna és a Tisza mellékfolyóinak megépített gátrendszere, mesterséges mederszakaszok kiépítése, a meander kanyarulatok átvágása, a mocsárvilág csatornahálózat segítségével történő lecsapolása az akkori Európa legjelentősebb természetátalakító tevékenysége volt. A beavatkozások akkor megfeleltek a velük szemben támasztott társadalmi és gazdasági követelményeknek.

Mint köztudott, a Tisza szabályozását, a tervezési és szervezési munkálatoakat Széchenyi István gróf kezdeményezésére nagyrészt Vásárhelyi tervei szerint valósították meg, amelynek alapja az ún. Vásárhelyi-féle hidrológiai törvény volt, és amelynek általános érvényességét a középszakasz jellegű

A paleolit, mezolit és neolit kultúrák telepei Kelet-Magyarországon



1 = telep; 2 = barlang+telep; 3 = temető; 4 = sír; 5 = szórt leletek

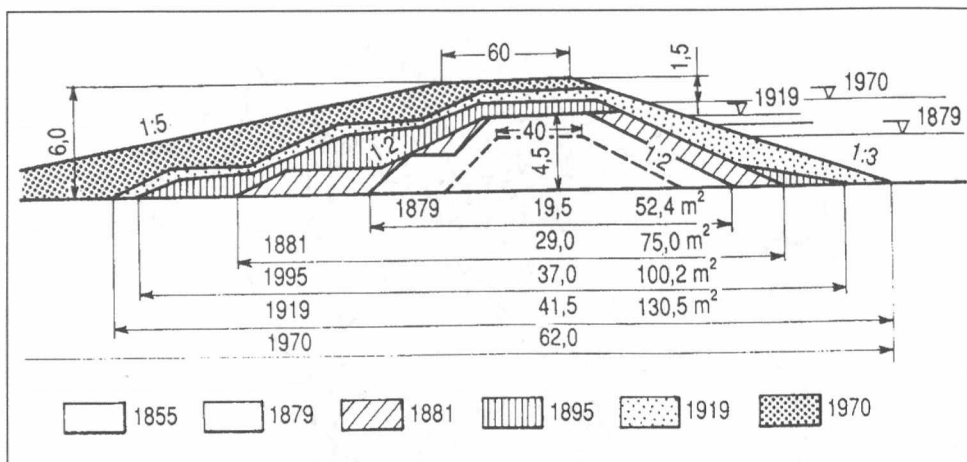
folyókra nézve nemzetközileg is elismerték. E törvény alapján hajtották végre pl. a Közép-Rajna és a Mississippi szabályozását is.

Mi ennek a lényege? Vásárhelyi P. észrevette, hogy a Tisza középvíz idején egyensúlyban van és nem épít zátonyokat. Ezért hamar rájött arra a szabályra, hogy a Tiszát tökéletesen lehetne szabályozni,

- a) ha túlfejlődött kanyarulatait átvágják, így a folyót megrövidítik,
- b) ha az árvíznek is olyan lefolyást biztosítanak, mint amilyen a középvíznek van, tehát a középvíz mederszélessége és mélysége között ugyanolyan arány legyen, mint az árvízmeder szélessége és mélysége között.

A fenti összefüggéseket figyelembe véve Vásárhelyi P. – számításai alapján – a Tisza árvízgátjainak közepes távolságát 750 m-ben adta meg, ami a körülményektől függően 500–1900 m között változhat. Ez a döntés az érdekeltek körében nagy riadalmat okozott. Sokan érveltek a terv ellen azzal, hogy nem szabad ilyen szűk területre beszorítani a Tiszát, „hisz ennek alapján az árvizek magassága emelkedni fog, amely a gátszakadás veszélyét hozza majd magá-

Árvízvédelmi töltések magasságának növekedése



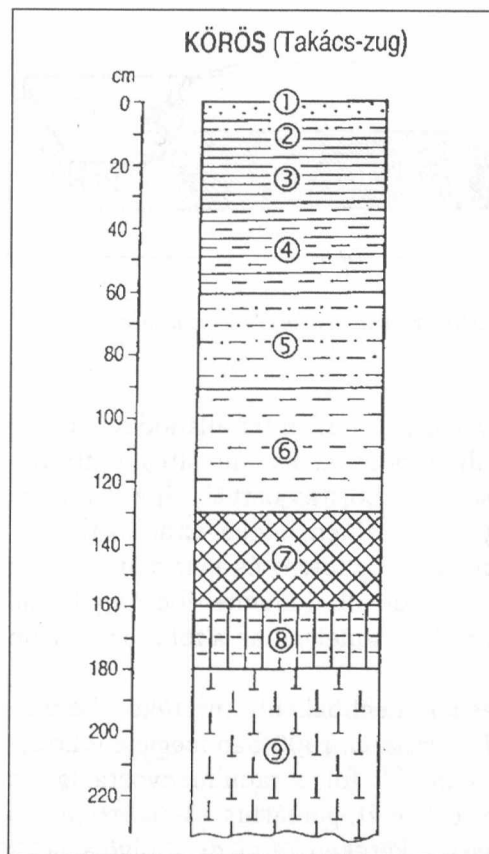
val". Ez a bizonytalanság és pánikhangulat volt az oka annak, hogy szakértőknek meghívták az olasz Pietro Paleocapa mérnököt, aki a Pó folyóra kidolgozott és ott alkalmazott árvízmentesítési rendszert javasolta, azaz széles hullámteret, amelyet a nagy árvíz elől lehet és az ún. „nyári gátakat”, amelyek a folyó mellett húzódnának, hogy a kisebb nyári árvizeket visszatartsák.

Ennek a rendszernek is volt hibája, mégpedig az, hogy az árvizek a hullámter feliszapolódása miatt évről évre megemelik a hullámterek magasságát és egyben az árvizek szintjét is. Mára a Pó folyó már olyan magasra feltöltötte a hullámter magasságát, hogy a folyó kisvizének felszíne magasabban van, mint a ferrarai házak teteje.

E rövid ismertetőből is látható, hogy az árvízvédelmi töltések közötti hullámter szélessége már Vásárhelyi P. és P. Paleocapa szerint is vitatott volt, akárcsak az átvágások száma. Vásárhelyi összesen 102, Paleocapa viszont csak 15 db átvágást tervezett.

Miután Vásárhelyi P. koncepciója került megvalósításra, a nagyszámú folyókanyarulat átvágással főbb alföldi folyóink mederhosszúsága jelentősen lecsökkent. A Tisza pl. 1420 km-ről 977 km-re zsugorodott, ami azt eredményezte, hogy megnövekedett a folyó esésszöge is, a kis- és középfhozam-medrek szakaszjellege pedig kissé eltolódott a felsőszakasz irányába. A dombsági és hegyvidéki területekről kilépő folyók a meder hirtelen esésszög-változása miatt alsószakasz-jellegűvé válnak. Természetes körülmények között a folyók által szállított hordalék ekkor hordalékkúpokként halmozódik fel (mint pl. a Nyírség vagy a Maros hordalékkúpja), de most az ármentesítések miatt a nagy mennyiségű hordalék kényszerpályára kerül, és a gátak közötti keskenyre szabott hullámteren rakódik le.

Körös menti hullámtér feltöltődés szelvénye



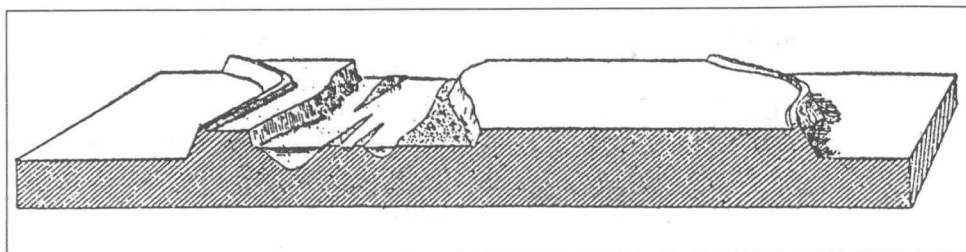
- 1 = szürke csillámos homok;
 2 = szürke iszapos homok;
 3 = sötétbarna agyag;
 4 = rétegzett iszapos agyag;
 5 = szürke iszapos finomhomok;
 6 = szürke finomhomokos iszap;
 7 = szürkésbarna hidromorf talaj;
 8 = ármentesítések előtti hidromorf talaj;
 9 = infúziós lösz

Makó között a VITUKI adatai¹ szerint árvízkor átlagosan 30 cm-rel magasított a hullámterét, annak ellenére, hogy a kiskörei tároló igen jelentős mennyiségű hordalékanyagot ülepít le.

A Tisza és mellékfolyóinak hordalékszallító képessége mindig nagy volt. Még az ármentesítések előtti alacsony ártéri szintekből szignifikánsan kiemelkedő magassártereken a legősből települések is azért kerültek olykor-olykor árvízi elöntés alá, mert a környezetükben lévő alacsonyabb árterek feliszapolódtak.

A vízgyűjtő területeken bekövetkezett robbanásszerű urbanizációs változások ezt a természetes hordalékszallítást valószínűleg megnövelték, az árvízvédekezés 150 éve alatt bizonyos szakaszokon a hullámterek feliszapolódása jelentősen megnövekedett, a hullámtér felszínfejlődése felgyorsult. Ez pedig oda vezetett, hogy a gátakat időszakonként – feltehetően a feliszapolódás hatására – magasítani kellett és ha minden így marad, továbbra is magasítani kell majd (28. ábra). Az MTA Földrajztudományi Kutatóintézet mérései és térképezései alapján pl. a Körös hullámtere Békésszentandrás térségében az ármentesítést követően 160–180 cm vastagságban iszapolt fel. Az ártéri szelvénymintákon jól felismerhetők az utóbbi évek, évtizedek egy-egy árvízének 5–10–13 cm vastag üledékei. Ezek az üledék felhalmozódások pedig nem kubikgödrök, vagy övzatonyok üledékfelhalmozódásai (29. ábra). A Tisza 1976 és 1983 között pl. Kisköre és

A Hoang-ho begátolódásának szomorú következményeit feltűntető tömbszelvény.



Forrás: Cholnoky J. 1900.

Az árvíz-gátak eredeti magassága 14 m, a gátak között lévő árteret a folyó 11,5 m magasan feltöltötte. A gátak távolsága itt mintegy 11 km

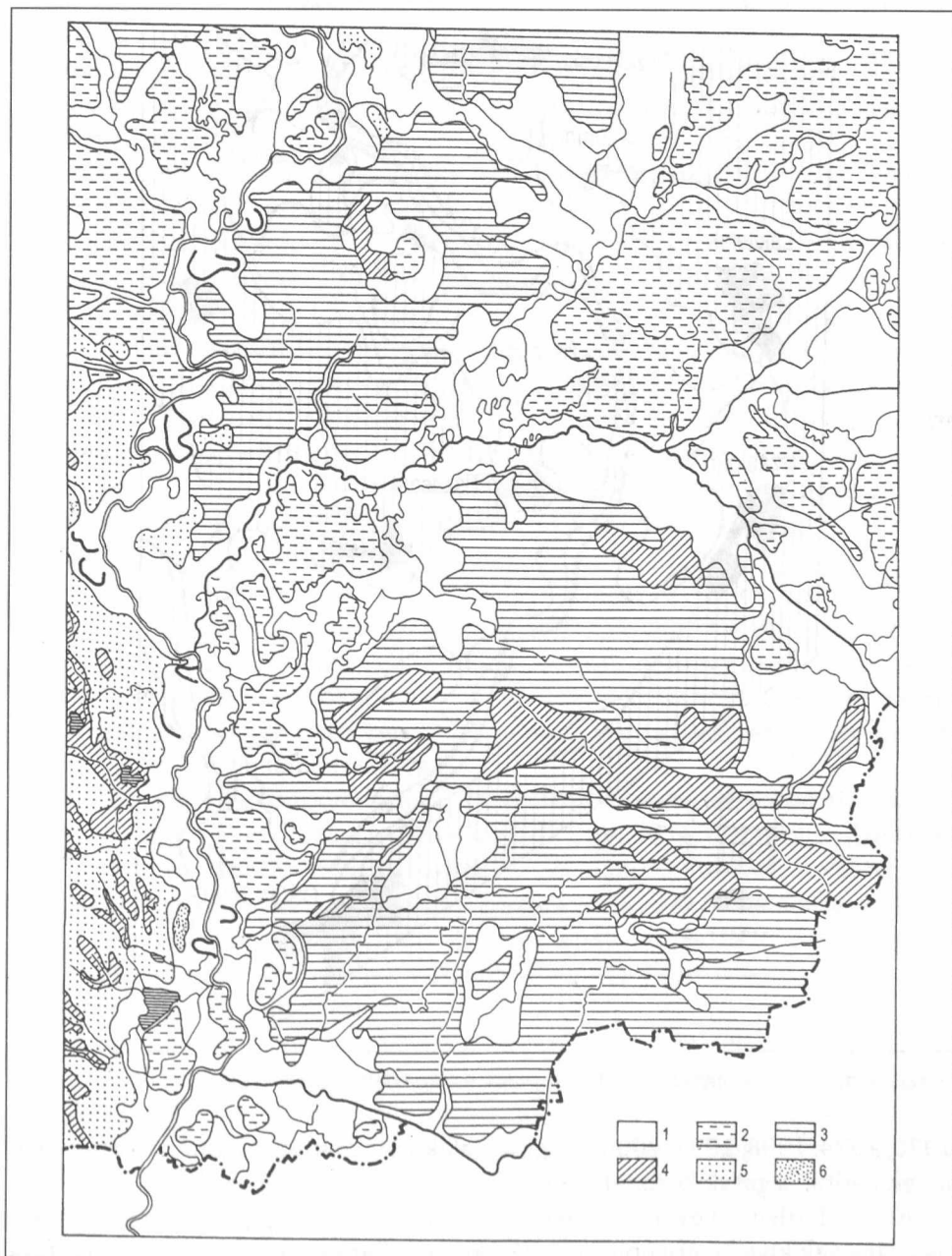
Mindez előbb-utóbb oda vezet, hogy a folyó a hullámtér állandó feliszapolódásának hatására magasabban fog folyni, mint az ármentesítés előtti alacsony árterének szintje, amely árvizek során vízborítás alatt állt. Így pl. a Tisza már nem völgyben, tehát nem a legmélyebb térszínen, hanem az általa feliszapolott magaslaton, felmagasítódott hullámtéren fog folyni, és a víz már nem fog tudni visszafolyni a magasabban lévő medrébe, ill. hullámterébe. Úgy tűnik, előbb-utóbb a Tisza és nagyobb mellékfolyói, amelyek az alföldi szakaszon folynak, a Pó sorsára fognak jutni.

A hullámterek gyors feliszapolódásának meghökkentő mértékéről olvashatunk Cholnoky Jenőnek *A sárkányok országa* c., 1900-ban megjelent könyvében, amikor a Kai-föng-fu mellett a Hoang-Ho folyót tanulmányozta. Így ír: „A hegyek lábánál sorakozó nagy helységeken át, januárius 13-án értem el a Hoang-Ho szörnyű gátjait. A gát magassága kereken 14 m, de a folyó a gátak közt lévő árteret úgy feltöltötte, hogy a gát csak 2,5 m-rel emelkedik a gátak közt lévő ártér fölé! Szörnyű helyzet! Nem csoda, hogy a folyó gátszakadásai oly irtózatossak!” (30. ábra).

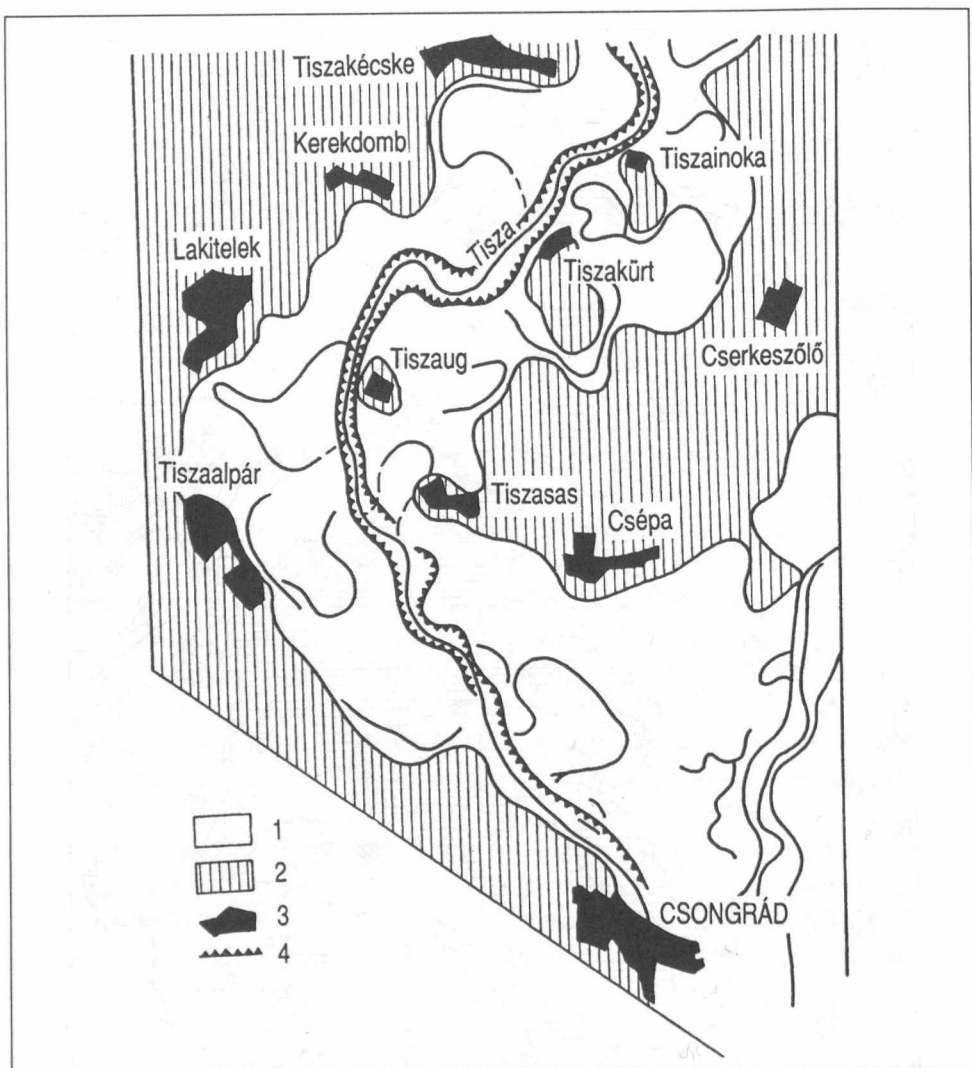
Gátépítés vagy a hullámterek bővítése?

Tudjuk, hogy 1999-ben és 2000-ben csak a jó Isten, s hatalmas emberi és anyagi ráfordítás mentette meg az alföldi Tisza és mellékfolyóinak több szakaszát a gátszakadástól. Ihrig D. 1996-ban készült térképe alapján láthatjuk, hogy a Tisza-völgyben milyen szakaszokon történtek vízkitörések (31. ábra), s a térképről az is kitűnik, mekkora területek kerültek vízborítás alá. Nem adhatunk újra esélyt annak, ami volt a 20. sz.-ban már többször (1919, 1925, 1940, 1948,

Az Alföld délkeleti részének domborzattípusai



A Tizsakécske–Csongrád közötti Tisza-szakasz geomorfológiai vázlata



1 = alacsony ártér; 2 = magas ártér; 3 = település; 4 = árvédelmi töltés

1970, 1974, 1998, 1999, 2000), hogy a kialakult magas árhullámok elérték vagy meghaladták a gátak koronamagasságát.

Az eredetileg 50 évenkénti előfordulási valószínűséggel számolt egyszeri nagy árvizek kivédésére épített töltéseket a hullámtér további feliszapolódása következtében vagy folyamatosan magasítani kell, mint eddig tették (28. ábra), vagy pedig egy újabb megoldással kell ezt kiegészíteni. Ez pedig a *hullámterek*

bővítése, kinyitása ott, ahol a geomorfológiai, a gazdaság- és társadalomföldrajzi viszonyok, az infrastruktúra ezt lehetővé teszik (32. ábra).

Ez egyben nemzetbiztonsági kérdés is, mert közel 2,5 millió ember létbiztonságát, életterét érinti. Az árvízszintek állandó emelkedésének ellensúlyozására az árvízvédelmi töltéseket erősíteni, annak magasságát időszakonként emelni kellett. Mint ahogy azt az 1999-es és a 2000-es tiszai árvíz esetén láttuk, rendkívüli emberi és anyagi erőfeszítések árán javítgatjuk a több mint egy évszázados rendszert és nem merjük feltenni azt a kérdést, hogy mindez megfelel-e a következő évszázadok követelményeinek.

A gátépítésekkel kapcsolatos vízügyi beruházások – mint ezt látjuk – évszázados hatásúak, kicserélésük rendkívül költséges és lassú. A Körösökön – mint ahogy arra Alföldi L.² is rámutatott – a 19. sz. végén igen keskeny, mintegy 50–70 m széles hullámteret építettek. Ehhez a szűk hullámtérhez az erdélyi oldalról 150–200 m széles hullámterek kapcsolódnak s így ezeken a szakaszokon a tölcészerű szűkület miatt víztorlódás következik be, így szinte minden jelentősebb árvíznél gátszakadás, buzgárveszély, továbbá jelentős belvíz fenyeget. Ennek a veszélynek az elhárítása vagy a hullámtér magyarországi szakaszának a kiszélesítését, vagy az árvízvédelmi gátak áthelyezését igényelné.

Ha a hullámterek bővítése kerülne előtérbe, nagyon sok kérdést kell majd a tudományos kutatásnak megválaszolnia, illetve feladatot elvégeznie. Így pl.:

- a Tisza árvédelmi töltésekkel védett egykori, mintegy tízezer éves fejlődésének feltárását, benne az élő és eltemetett, feltöltődött medrek kereszteződéseinek feltérképezését, mivel ezek a kereszteződések elméletileg buzgár-hajlamos térségek;
- a hullámtér feliszapolódásának vizsgálatát és mérését, a szabályozás óta bekövetkezett változások felmérését; a vízgyűjtő területről a hullámtérre érkező és ott felhalmozódott szennyező anyagok mérését, továbbá vizsgálni kellene, hogy mindenütt azonos-e a hullámtér feltöltődése, és azt is, hogy van-e kapcsolat a gát távolsága és a feltöltődés mértéke között;
- a Tisza és mellékfolyóinak vízgyűjtő (hegységi) területe erdőfedettségnek történeti változásait;
- a magasártéri szint (magaspart) és a gátak futásának vizsgálatát; az ártéri (hullámtéri) terület esetleges növelésének lehetőségét, a gátak esetenkénti, helyenkénti megszüntetését, amelyeket jövőben a magaspart helyettesíthet, vagy új, távolabbi gátépítési lehetőségek feltárását; a tervezett megnövelt ártéri (hullámtéri) területek várható tározóképeségének vizsgálatát;
- geoökológiai kutatásokat az ártéren;
- gazdaság- és településföldrajzi vizsgálatokat.

A Tisza-völgyben az első- és másodrendű árvízvédelmi töltések hossza 1320 km, amelyhez 119 km magasparti szakasz is tartozik. Így szorosan véve a Tisza mellett a védvonal hossza 1439 km.

A folyószabályozások során – mint említettük – a Tisza teljes hossza 1420 km-ről 977 km-re csökkent. Ebből a magyarországi 600 km hosszú folyószakaszon a védvonalak jelenlegi hossza a folyó két partján 1085 km. Ha a gátak koronamagasságának emelése kerül előtérbe, az intenzív feliszapolódás következtében a védvonalak magasztását rövidebb időszakonként kell majd elvégezni, mint eddig.

Jegyzetek

¹ VITUKI, 1983.

² Alföldi L. 1999.

Irodalom

Alföldi L.: A magyar vízgazdálkodás stratégiai kérdései. – *Ezredforduló*. 2000/4. 3–9.

Cholnoky J.: Az árvizek előrejelzéséről. – *Földr. Közl.* 24. köt. 1896.

Dóra T.: *Folyami vízlépcsők környezeti hatásai a kiskörei vízlépcső 18 éves üzemi tapasztalatai alapján*. 1996.

Dunka S.–Fejér L.–Vágás I.: *A veritékes honfoglalás... A Tisza-szabályozás története*. – Vízügyi Múzeum, Levéltár és könyvgyűjtemény, Bp. 1996.

Fejér L. Árvizek és belvizek szorításában. – *Vízügyi Történeti Füzetek*. 15. köt. Bp. 1977.

Gaál E.: A tiszántúli tározók. – *Vízgazdálkodási Műsz. Szemle*, Bp. 1957.

Ihrig D.: Folyóink hullámtérének vízjárása, hordalékmozgása és szabályozása. – *Erd. Tud.* 5., 6. sz. Bp. 1952.

Jakucs L.: Az árvizek gyakoriságának okai és annak tényezői a Tisza vízrendszerében. – *Földr. Közl.* 3. sz. 1982.

Korbély I.: A Körösök és a Berettyó szabályozása. – *Vízügyi Közlemények*, 6. 1916.

Pálfai I.: Az Alföld belvíz-veszélyeztetettség térképe. – *Vízügyi Közlemények*. 3–4. sz. 1994.

Somlyódy L.: A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései: Összefoglaló. – In: Somlyódy L. (szerk.): *A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései*. Bp. 2000.

Széchenyi I.: *Eszmetöredékek, különösen a Tisza-völgy rendezését illetőleg*. – Pest. 1846.

Szlávik L.: Árvízi szükségtározók tervezése és üzemelése. – *Vízügyi Közlemények*. 2. f. 1983.

A Tisza-völgy vízgazdálkodásának jövőképe

A Tisza-vízgyűjtőn az elmúlt évtizedben ismétlődően előforduló rendkívüli események – az egymást követő újabb és újabb rekordokat és katasztrófákat előidéző árvizek, vízminőségi havariák (cianid-, nehézfémzennyezés, algatúlszorodás, majd teljes pusztulás stb.), vízhiányos időszakok – nyomatékosan ráirányították a figyelmet a Tisza vízgyűjtőjére, az ott folyó gazdasági tevékenységre, a vízgazdálkodás problémáira.

Az állampolgárok és a szakemberek egyre több kérdést tesznek fel, melyekre mielőbb választ kell adni. Nézzük a leggyakrabban előforduló kérdéseket:

- Mi, vagy mik okozzák a rendkívüli árvizeket?
- A Kárpátokban folyó erdőgazdálkodás milyen hatással van az árvizek és kisvizek nagyságára?
- Meddig emelkednek az árvízszintek?
- Lesz-e elegendő vize az Alföldnek?
- Milyen lesz a vízminőség a Tisza vízgyűjtőjén a felszínen és a felszín alatt?
- Megismétlődhet-e cianid- és nehézfémzennyezés?
- Mi kell ahhoz, hogy tudományosan megalapozott, előrelátó vízgazdálkodást folytassunk?

A kérdéseket hosszan lehetne sorolni. Ahhoz, hogy ezekre választ tudjunk adni, a jövőt prognosztizálni, tervezni tudjuk, szükséges az egész Tisza vízgyűjtőjére egy új vízgazdálkodási vizsgálati és tervezési metodika kidolgozása. Az új metodika segítségünkre lehet a vízgazdálkodási jövőkép kialakításánál. Megalapozhatja és elősegítheti a jövőben kívánatos magatartásformák, intézkedések megfogalmazását, elősegíti a különböző igények teljesítési feltételeinek, megvalósításuk esetén várható hatásaiknak számítását, prognosztizálását.

Az EU 2000/60/EK irányelve előírja a vízgyűjtő kerületekre vízgyűjtő gazdálkodási terv készítését. Ajánlásokat fogalmaz meg a Közösség határain túlnyúló nemzetközi vízgyűjtő kerület esetében is.

A vízgyűjtő-gazdálkodási terveket 2010-ig el kell készíteni.

A javasolt tervezési metodika és az ajánlott vizsgálatok megalapozzák és elősegítik egy, a gyakorlatban jól használható, szakmailag megalapozott vízgyűjtő-gazdálkodási terv elkészítését.

Magyarország, ezen belül az Alföld stratégiai kérdése, hogy milyen lesz a vízgazdálkodás helyzete a Tisza vízgyűjtőjén. Ezért szükséges, hogy a kérdés-

kört mind tudományos, mind gazdasági, mind politikai oldalról súlyának megfelelően kezeljük a jövőben.

A Tisza-vízgyűjtő vízgazdálkodási kérdéseinek átfogó vizsgálatát utoljára az 1960-70-es években végezték el, és 1977-ben a Vízgazdálkodási Intézet *A Tisza-vízgyűjtő természeti, gazdasági és vízgazdálkodási adatgyűjteménye* cím alatt dokumentálta. Azóta csak részkérdések vizsgálatára került sor.

1950-1990 között a Tisza külföldi vízgyűjtőjén olyan vízgazdálkodási létesítmények épültek, melyek jelentősen befolyásolják a Tisza-völgy magyarországi részén a vízgazdálkodás lehetőségeit, feltételeit.

1997-ben a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság kezdeményezésére a tiszai igazgatóságok felmérték, hogy az egyes külföldi részvízgyűjtőkön milyen létesítmények épültek meg, milyen vízigényeket elégítenek ki, milyen potenciális és tényleges vízszennyezők vannak. Csak logikai úton vizsgáltuk, hogy ezek a létesítmények milyen hatást gyakorolnak a magyarországi vízgazdálkodásra. (Nem rendelkezünk olyan eszközökkel és feltételekkel, hogy számszerűsíteni tudtuk volna a hatásokat.)

Az elkészült tanulmány több oldalon sorolta fel, hogy milyen információkhoz nem tudunk hivatalos úton hozzájutni, amelyek viszont szükségesek lennének a megalapozott helyzetértékeléshez. Az elmúlt évek katasztrófái kikényszerítették a Tisza-vízgyűjtőn érdekelt öt állam együttműködésének újra indítását, ismételten megerősítették, hogy a teljes vízgyűjtővel egységes rendszerben kell foglalkozni, és ebben leginkább Magyarország az érdekelt.

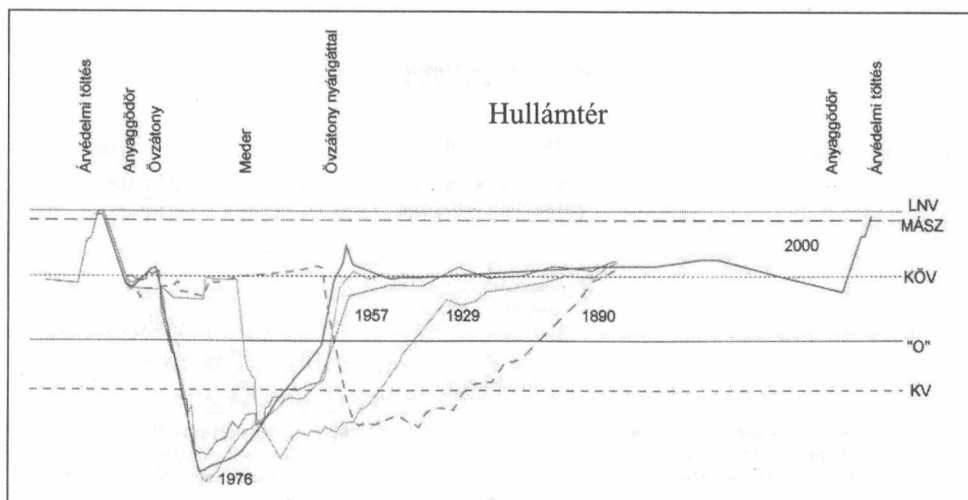
A Tisza vízgyűjtőjén az emberi tevékenység, az általa létrehozott létesítmények és azok üzemeltetése oly mértékben befolyásolják a vízgazdálkodási folyamatokat, hogy azok ismerete nélkül nem lehet értékelni a kialakult helyzetet, és nem lehet a jövő érdekében megalapozott intézkedéseket hozni. Ezért szükséges vizsgálni, hogy a vízgyűjtőn *milyen folyamatok* zajlottak le és zajlanak, amelyek hatással vannak a vízgazdálkodási helyzetre. Ezen folyamatoknak a hatását számszerűsítve választ tudunk adni a feltett kérdésekre, prognosztizálni tudjuk a jelenlegi feltételrendszer mellett a jövőbeni folyamatokat, megtervezhetjük a jövőben kívánatos vízgyűjtőhasználatot.

Mielőtt a Tisza-vízgyűjtővel kapcsolatos folyamatvizsgálatokat ismertetnénk, előbb bemutatjuk a Kisköre és Csongrád közötti Tisza-szakasz árvízi medrével kapcsolatosan elvégzett folyamatvizsgálatot.

Árvízi mederrel kapcsolatos folyamatvizsgálatok

A rendelkezésre álló adatok, térképek, dokumentumok, idős vízgyesek elbeszélései alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy az árvízi meder vizsgálatát történelmi léptékben kell elvégeznünk, mert e területen olyan mértékű és folyamatos változások zajlanak, amelyek hosszú távon befolyásolják –

Az árvízi meder jellemzői



emberi tevékenységtől függetlenül is – a térségünkben kialakuló tiszai árvízszinteket.

A következő kérdésekre kerestük a választ:

- Milyen, a Tisza árvízszintjét befolyásoló folyamatok zajlottak le az árvízi mederben az elmúlt 220 évben?
- Milyen folyamatok várhatók a következő évtizedekben, s ezeknek külön-külön is és összességében is milyen hatása volt, illetve lesz az árvízszintek kialakulására?
- Beavatkozunk-e a hullámtéri folyamatok menetébe, vagy bízzuk azt a természetre?

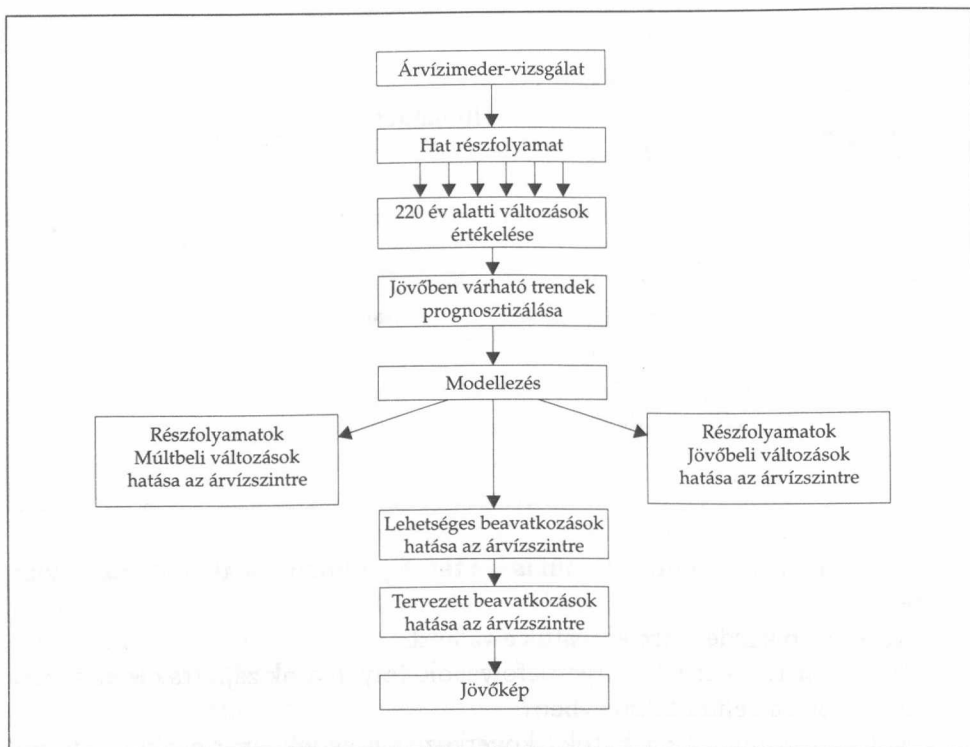
Az árvízi meder összetettsége (hullámtér, övzátony, ősmeder), időben és térben való állandó változása, és e változások hatásának értékelése szükséges tette, hogy egy újszerű vizsgálati rendszert alakítsunk ki.

Annak érdekében, hogy az egyes folyamatok, emberi beavatkozások értékelhetők, számszerűsíthetők lehessenek, az árvízi mederben zajló folyamatokat 6 részfolyamatra bontottuk és azokat külön-külön vizsgáltuk.

A hat részfolyamat a következő:

- árvízi meder területének változása,
- árvízi mederben mesterségesen létrehozott vízfolyási akadályok időbeni változása,
- hullámtéri területhasználatok változása,
- a középvízi meder változása,
- övzátonyok fejlődése,
- a hullámtér feliszapolódása.

A vizsgálatok logikai menete



A vizsgálatokhoz pedig az alábbi dokumentumokat használtuk:

- az első magyar katonai térkép az 1780-as évekből,
- az 1890-es években készült *Tisza hajdan és most* kötetben összegyűjtött térképek és mederfelvételek,
- az 1930-as évek elején megismételt és dokumentált felmérések,
- az 1957-ben és 1976-ban készült Tisza-mappák,
- a 2000–2001. évi mederfelvételek,
- az árvízi mederben végzett geodéziai mérések,
- a legutolsó kiadású 1:10 000 és 1:100 000 méretarányú térképek,
- a 2001. évi légi felvételtől készített orto-fotó és digitális terepmodell, valamint
- a földnyilvántartási térképek adatai.

Valamennyi dokumentumot digitalizáltuk, a térképeket az Egységes Országos Vetületi rendszerbe (EOV), a magassági adatokat azonos Balti alapsíkra számoltuk át.

Tervezzük az 1855-ből származó második katonai térkép, az 1930-as években készült katonai térkép és az 1970-es árvízről készült légi fotó digitalizálását.

A felsorolt adatbázist, helyszíni felmérésekkel, feltárásokkal egészítjük ki, illetve szükség esetén kontrolláljuk.

Az árvízi meder területének változása

1754-ben épült meg Abádszalók közelében a Mirhó-gát (helyszínrajz, 35. ábra) első része. Ezzel kezdődött meg térségünkben az árvízi meder területének szűkítése. A gátat az aszályos években 1776-ban elbontották, majd hosszas viták – és nagy árvizek – után 1785-ben végleg megépítették.

1890-re többségében elkészültek a mederátvágások, megépültek az árvíz-védelmi töltések. Így célirányosan 1892-höz viszonyítva mértük fel az árvízi meder változását Tiszafüred és a Körös-torok között.

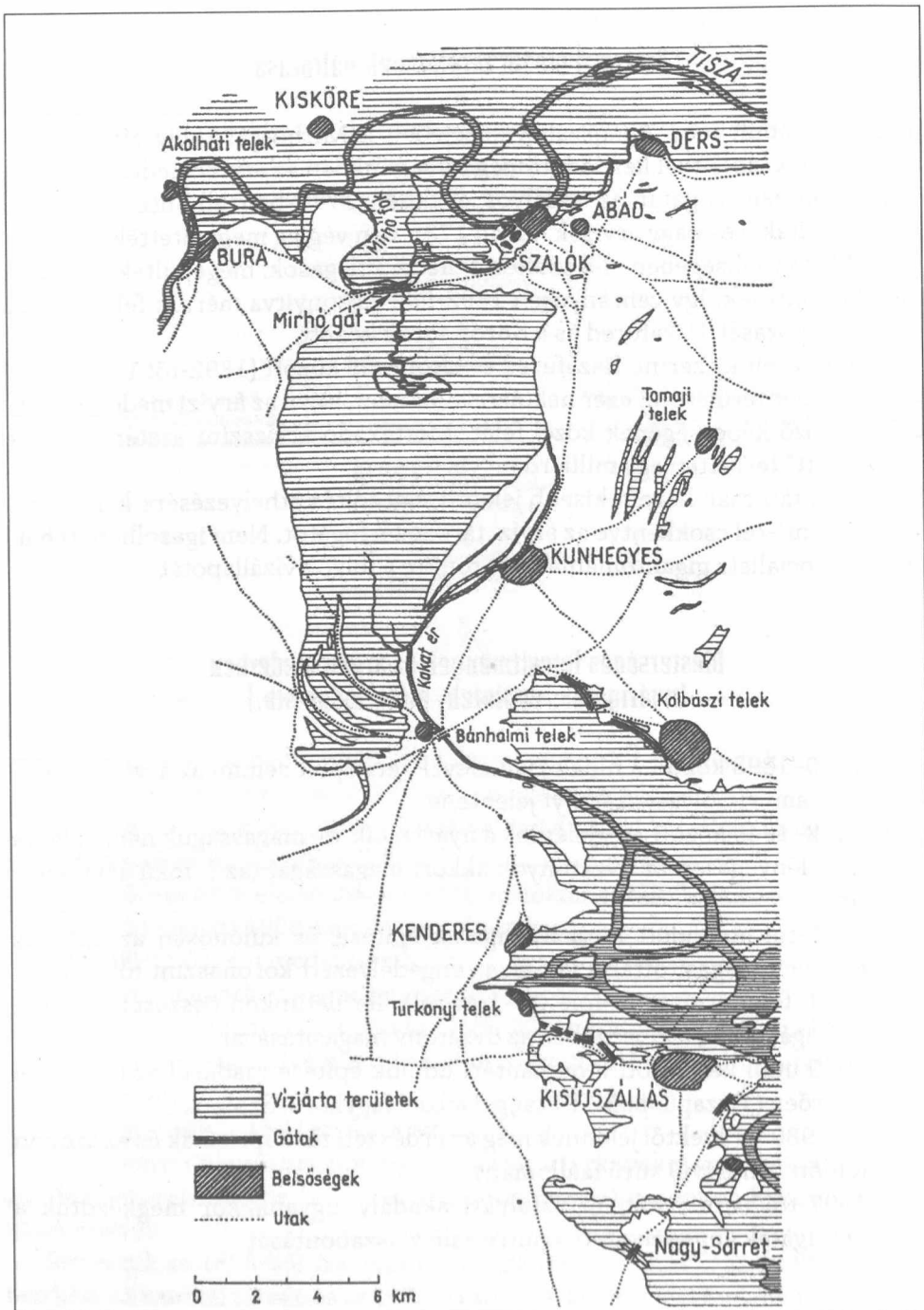
Felméréseink szerint Tiszafüred és Csongrád között (1892-től 1945-ig) az árvízi meder területe 33 ezer hektárral csökkent, ezzel az árvízi meder elvesztette tározó képességének közel felét. Mértékadó árvízszint esetén ezen az „elvesztett” területen egy milliárd m^3 víz férne el.

1945 után csak három kisebb jelentőségű töltés áthelyezésére került sor, 23 millió m^3 -rel csökkentve az árvízi tározó térfogatot. Nem igazolható tehát, hogy a szocialista gigantomania tette tönkre a folyók vízállapotát.

Mesterséges létesítmények az árvízi mederben [nyárigátak, épületek, utak, hidak stb.]

- 1780–1892 között a hidak kivételével nem épült semmi az árvízi mederben, ami vízfolyási akadályt jelentene.
- 1892–1945 között megjelentek a nyárigátak, de magasságuk nem haladta meg lényegesen az övzátonyok akkori magasságát (az I. fokú árvízszintet).
- 1960-tól erősödött fel a nyárigátak építése, és különösen az 1980-as években magasították a tsz-ek az engedélyezett koronaszint fölé azokat (a III. fokú árvízszint fölé 0,5-1 m-rel). Területünkön összesen 128 km nyárigát épült, többségében az övzátony magasításával.
- 1960 után kezdődött a hullámtéri üdülők építése ráadásul az előírástól eltérően (Tiszapüspöki, Tiszaug, Doba, Nagykörű, Szolnok).
- Az 1980-as évektől jelennek meg az erdészeti tuskóprizmák és az azokon felnőtt rendkívül sűrű faállomány.
- 1997-től nem épült új vízfolyási akadály, ugyanakkor megkezdtük a nyárigátak engedélyezett szintre való visszabontását.

A Mirhó-gát által védett terület



Hullámtéri területek használata

Az első katonai térkép szerint a jelenlegi hullámtérben erdő elvéve található. A térkép a Tisza egyik partján szórványosan fákat tüntet fel, míg a másik partját famentesnek ábrázolja (hajóvontató út volt az egyik part). A terület nagyobb része mocsár volt, a többi területen többségében rét-legelő-, kisebb részben szántóföldi gazdálkodást folytattak. Magasabb homokos területeket szőlőültetvények és gyümölcsösök foglalták el.

Az 1890-es térképen megjelentek az újonnan épített árvédelmi töltések hullámverés elleni védelmére telepített véderdők. A véderdők szerepe azért

17. táblázat

Árvízimeder-terület csökkenése Tiszafüred–Csongrád között

Helye	Időpont	Terület- csökkenés, ha	Tározó térfogat mértékadó árvíz- szintnél, millió m ³
1888–1945 között			
Csongrád, Hármaskörös torkolattól Tiszasas–Csépa vonaláig	1890–1895 között	8 200	439,8
Tiszaakác-sziget magasparttól Szolnok, volt vasúti töltésig, beleértve a Közös-főcsatorna és a Körös-ér völgye is	1929–1931 után	16 065	319,2
Szolnok, Alcsi–Szajol (161/1 vo) között	1890–1991 és 1929–1931 között	5 500	162,0
Szajol, 166 vo és a 165 vo közötti szakasz	1929–1931 között	285	5,7
Pityókától Tiszabőig (159/2 vo–155/2 vo között)	1929–1931 között	1 480	56,6
Kisköre alatt, Akolhát (159/2 vo–143/2 vo között)	1929–1931 között	650	17,8
Kisköre fölött, Cserőköz	1929–1931 között	900	16,0
Összesen		33 080	1017,0
1945 után			
Szolnok, új 4. sz. főút miatti töltés áthelyezés	1989–1991 között	445	16,9
Tiszaabony	1968–1973 között	81	3,3
Abádszalók	1968–1973 között	72	2,4
Összesen		598	23,0
Mindösszesen		33 678	1040,0

Hullámtér területének megoszlása 1902-ben

Mederszakasz	Rét, legelő		Szántóföld		Erdő		Mocsár, állóvíz, anyaggödör	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
A Köröstől Szolnokig	11 855	69	1 399	8	767	5	3 126	18
Szolnoktól Tiszaderzsig	9 793	62	2 246	14	1 400	9	2 410	15
Tiszaderzstől Ároktől	19 944	70	2 003	7	1 998	7	4 232	16
Közép-Tisza	41 592	68	5 648	9	4 165	7	9 768	16
A torkolattól Tiszaújlakig	74 610	53	24 464	17	20 238	14	21 344	15

volt rendkívül fontos, mert a hullámtérben elvétele fordult elő összefüggő területen erdő. A hullámverés ellen védelmet csak a töltések elé újonnan telepített erdősáv nyújtott. Jellemző területhasználat továbbra is a rét, legelő, szántó és mocsár.

Az 1902-ben készült felmérés szerint a hullámtér területének használatát táblázatba foglaltuk. Ekkor az erdőterület aránya a Közép-Tisza vidékén 7% volt, a Tisza teljes szakaszán 14%.

Az erdőállomány gyors gyarapodása a termelőszövetkezetek megalakulása után kezdődött el, mellyel együtt járt a legeltetés visszaszorulása, és a hullámtéri legelőterületek csökkenése. Az olaj, majd a gázfűtésre való áttérés jelentősen csökkentette a tűzifa iránti igényt, folyamatosan elmaradt az erdőaljak és a mederrézsű tisztítása, népnyelven szólva a „kutyafa” gyűjtése. Az 1960-as évekig az erdők alját minden évben ősszel kitisztították, a fákat – a gyümölcsösöket is beleértve – magas koronával nevelték. A fák alatt az árvíz szabadon tudott folyni.

1970-től a szántóföldi művelés visszaszorult a magas nyárigáttakkal védett területekre. A többi területen felhagytak a szántóműveléssel, helyette vagy erdőt telepítettek vagy parlagon hagyták. A parlagon hagyott területeken 3 éven belül több méter magas áthatolhatatlan sűrűségű fás állomány alakult ki.

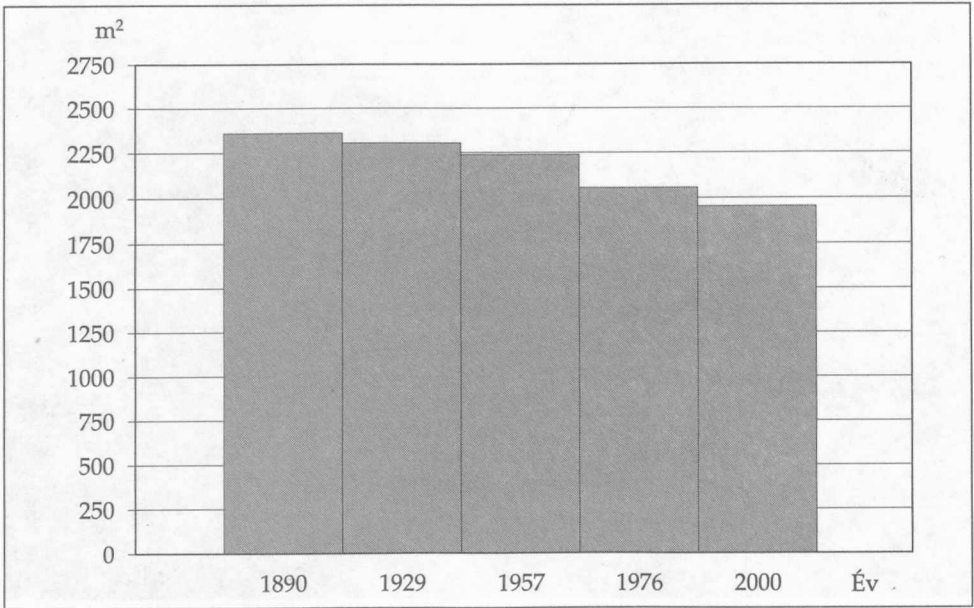
Az 1998–1999, 2000, 2001. évi árvizek miatt a maradék szántók és legelők többségének művelése is lehetetlenné vált, helyükön rendkívül sűrű, többségében pionír fajtákból álló fás állomány növekszik gyors ütemben.

A Közép-Tiszán a jellemző mederesés 3 cm/km. A kialakult, illetve kialakuló sűrű bozóton az árvíz áramlása jelentősen lelassul a rétekhez, legelőkhöz és aljnövényzettől mentes erdőterületekhez viszonyítva.



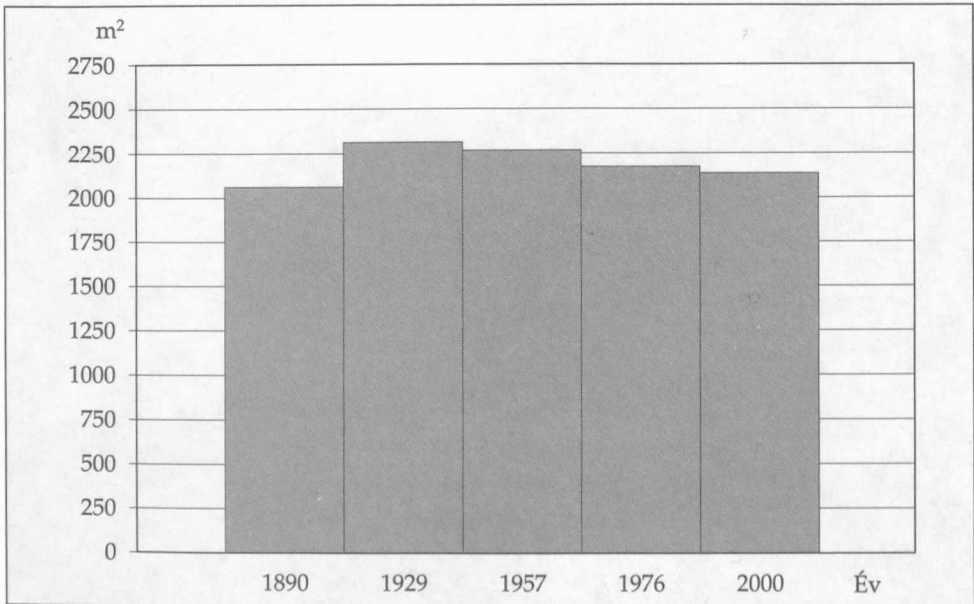
36. ábra

**Főmeder nedvesített keresztmetszévénye maximális vízszintnél
a Szolnok–Csongrád szakaszon**



37. ábra

**Főmeder nedvesített keresztmetszévénye maximális vízszintnél
a Kisköre–Szolnok szakaszon**



A 2001. évi légifelvétel és az ez év szeptemberi területbejárások alapján a 2002. évben a művelt szántó és rét területek arányát csak 3–5%-ra becsüljük.

A mederrézsűn a +2 m-es vízszint felett hatalmas fák nőnek, a folyó fölét hajolva jelentősen csökkentve a középvízi meder szabad keresztmetszetét.

Középvízi meder

A Közép-Tisza vidéki mederátvágások tervei, valamint az 1890-es felvételek tanulsága szerint széles, legalább egyik partján lapos mederrézsű jellemezte a középvízi medret.

Az átvágások megépítésével elindult egy medermélyülési folyamat, amit a középvízszinthez tartozó mederszélesség csökkenése kísért.

A kiskörei vízlépcső hatásaként a Kisköre–Szolnok közötti szakaszon a meder mélyülése tovább folytatódott, ami az elmúlt években megállt. Szolnok alatt megkezdődött a meder feltöltődése.

A hordalékmozgás eredőjeként az 1950-es évektől a középvízi meder keresztmetszetének csökkenése Szolnok–Csongrád között nagyobb, Kisköre–Szolnok között kisebb mértékű.

A középvízi meder szűkülése, valamint a mederrézsűkön felnőtt faállomány jelentősen csökkenti a főmeder vízszállító képességét.

Övzátonyképződés

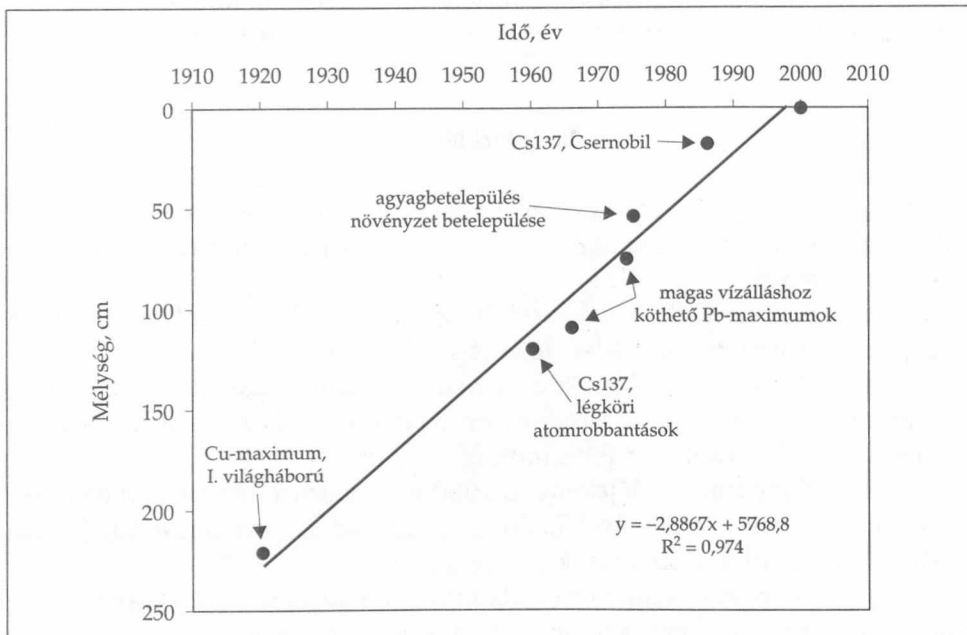
A Tisza hegyvidéki vízgyűjtőjén lehulló nagy intenzitású csapadékok jelentős hordalékot képesek a mederbe szállítani. Amíg a folyók nem voltak a hegyvidéki területig töltések közé szorítva, hordalékuk jelentős részét a hegyek lábánál sík területekre kiérve lerakták. A Tisza és mellékfolyói mentén a töltések hosszának növekedésével egyre nagyobb hordalék mennyiség jut le a Közép-Tisza vidékére, ahol a víz sebessége lecsökken, és a folyó a hordalékának egy részét itt rakja le.

A középvízi mederből a hullámtérre kilépő víz sebessége hirtelen lecsökken és hordalékának jelentős részét a folyó partján lerakja. Ezzel folyamatosan építi az úgynevezett „övzátont”. A Tisza-tó térképén jól látható, hogy a jelenlegi nyári duzzasztási szint mellett a folyót végig a kétoldali övzátonyon felnőtt erdősáv kíséri, és mögötte 1,0–3,0 m-rel mélyebb területek helyezkednek el.

Szolnok fölött a bal parton átvágtunk egy övzátont, melynek magassága 2,4 m, a szolnoki vízmércén mérve 761 cm. Két cm-enként vett rétegminták elemzésével meghatároztattuk az egyes rétegek korát. Azt tapasztaltuk, hogy az övzátony fejlődési üteme lineáris, évente meghaladja a 2 cm-t. Az övzátonyok magassága távolodva a főmedertől általában gyors ütemben csökken.

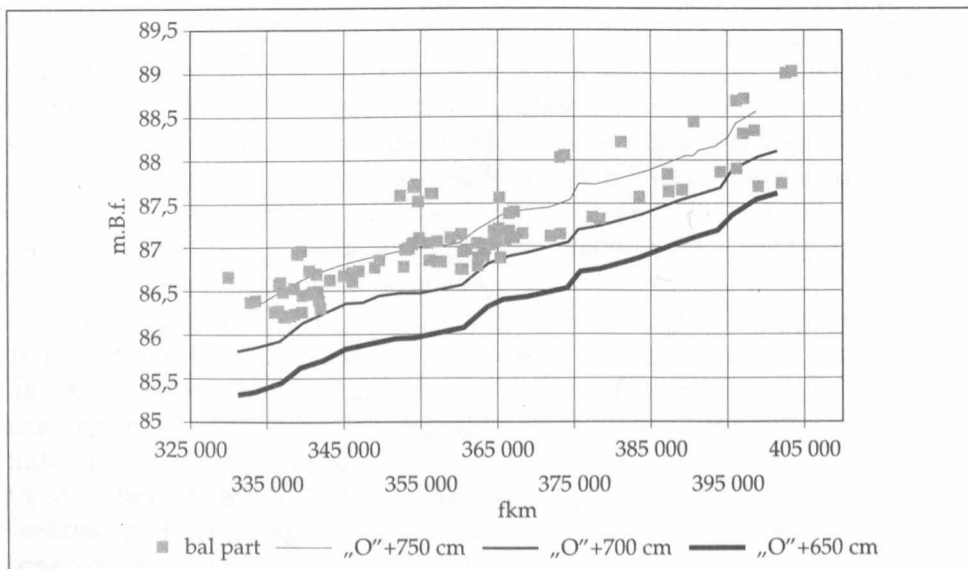
38. ábra

Szolnoki övzátönyv kormeghatározása



39. ábra

Balparti partél vizsgálata (Felvétel 1998. 11. 29–12. 02. között, szolnoki 807–735 cm vízállás tartományban)



Méréseink szerint, ahol a főmeder oldalirányban nem mozog, a szabályozás óta az övzátonyok 1,0-2,5 métert emelkedtek és folyamatosan zárják el a hullámtéri medret a főmedertől, így az övzátony szintje alatti árhullámoknál a hullámtér nem tud részt venni a vízszállításban, az e fölötti árhullámoknál pedig csökkenti annak kapacitását. 110 évvel ezelőtt az övzátonyok többsége az 500 és 600 cm-es vízmagasság között helyezkedett el. A mai jellemző érték 700-750 cm.

A hullámtér feliszapolódása

Az övzátonyon átlépő, illetve annak fokain átáramló víz hordalékának egy részét a hullámtéren lerakja. A hullámterről a főmederbe visszaáramló víz hordaléktartalma töredéke a kiáramló vízének.

A hullámtéri területek feliszapolódása rendkívül szélsőséges, 0,5 métertől több méterig terjedhet. Legvastagabb feliszapolódást a hullámtéri holtágakban, mélyedésekben (kubikgödrökben) és a viszonylag keskeny hullámtéri mederszakaszokon mérjük. (Ilyen szakaszokon nem ritka az 50 év alatti 1,5-2 m-es feliszapolódás. 40-60 éves fák tuskóinak kiásásakor ez jól érzékelhető.)

A sűrű hullámtéri növényzet kialakulása tovább fokozza a hordaléklerakódást. A kiüledő hordalék megemeli a hullámtér terepszintjét, ezzel csökkenti a vízszállító és -tározó képességét, növeli az árvizek magasságát.

Összegezve az előbbieket, az árvízi mederben lezajló folyamatok közül kető, az árvízi meder szűkülése és a mesterséges létesítmények számának növekedése, ember döntésétől függ.

A jövőben az árvízi meder területének és keresztmetszetének szűkítése helyett annak bővítése irányába kell a döntéseket hozni. Meg kell akadályozni további hullámtéri vízfolyási akadályok építését. Ha ez elkerülhetetlenné válik (pl. hídépítés esetén), azt megfelelő beavatkozással ellensúlyozni kell. A már meglévő akadályok eltávolítására programot kell kidolgozni.

Ha az ember a hullámtéri területek használatával felhagy, az ott magról kikelő fás növényzet rendkívül nagy vitalitása következtében a hullámtér pár éven belül elveszti vízszállító képességét és csak árvízi tározóként funkcionál.

Őseink a Közép-Tisza vidékén a kis esés miatt széles hullámtereket alakítottak ki, így biztosítva, hogy a nagy árvizek elviselhető magasságban folyjanak le. A különböző érdekek összehangolásával ki kell alakítani a hullámtéri gazdálkodás új rendjét, jelentős területeken vissza kell állítani a hullámtéri legelőket és a vízfolyási akadályt képező aljnövényzettől mentes erdősávokat, egyben megőrizve az értékes hullámtéri faállományt.

A középvízi meder változása, az övzátonyok emelkedése, a hullámtéri feliszapolódás emberi akarattól részben független folyamat, a vízgyűjtőn végrehajtott emberi beavatkozás azt csak gyorsíthatja. Tudatos intézkedéseinkkel a

folyamatot csak lassítani tudjuk, negatív hatásuk ellensúlyozására intézkedési programot kell kidolgozni.

Összességében megállapíthatjuk, hogy az árvízi mederben az elmúlt 220 évben lezajlott folyamatok egytől egyig az árvízszinteket emelték. Egy részük a vízgyűjtőn végzett emberi tevékenységtől függetlenül is folytatódik a jövőben. A folyamatban lévő vizsgálatok célja, hogy számszerűsítse a múltbeli és a várható jövőbeli folyamatok árvízszintre gyakorolt hatását, és elősegítse az árvízi mederrel kapcsolatosan a jövőben szükséges és helyes intézkedések megtételét és a kívánatos jövőkép kialakítását. Az ismertetett vizsgálatot el kell végezni a Tisza teljes hosszára.

A Tisza-vízgyűjtő folyamatvizsgálatai

Az ismertetett folyamatvizsgálat csak az árvízszintekre gyakorolt hatás szempontjából elemezte az árvízi mederben lezajló folyamatokat. Ahhoz, hogy a Tisza-vízgyűjtő vízgazdálkodási helyzetét értékelni tudjuk,

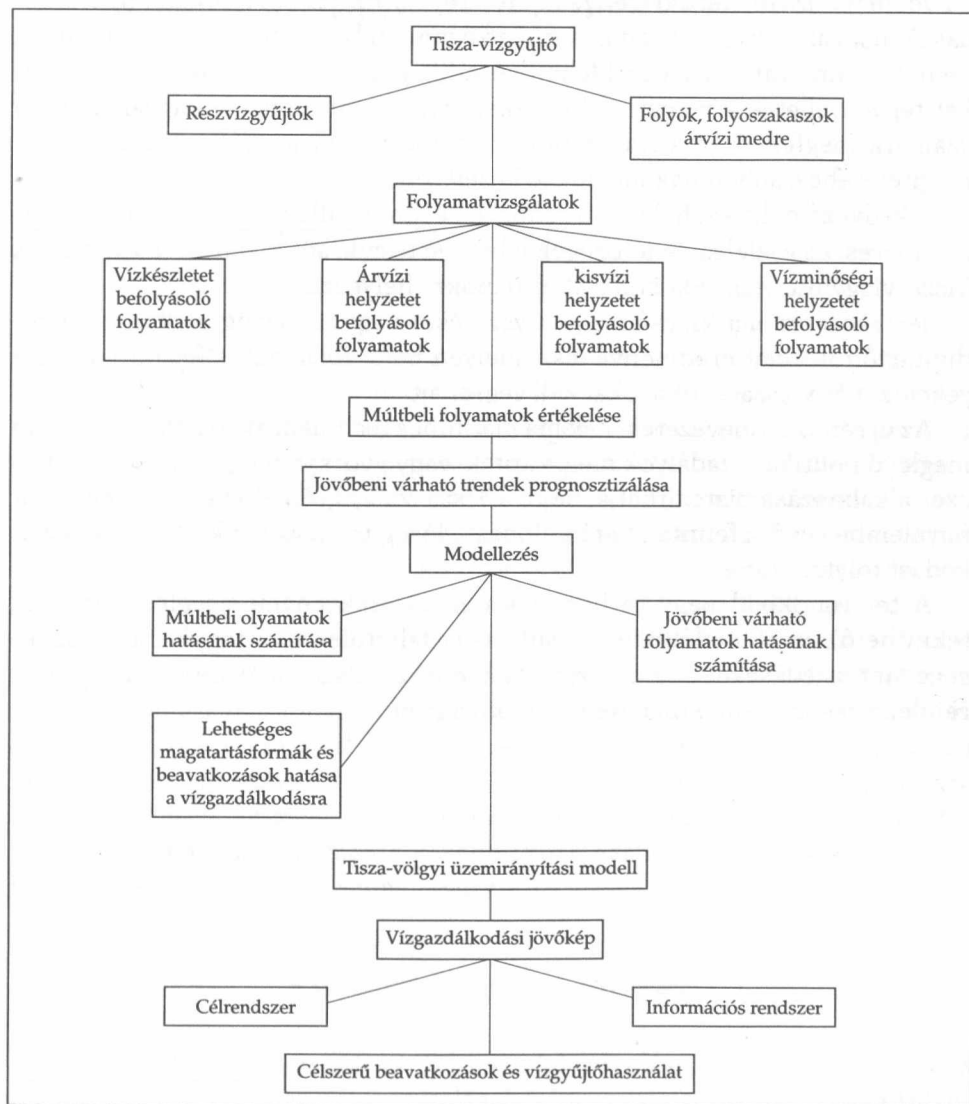
- a vízkészleteket befolyásoló folyamatokat,
- az árvízi helyzetet befolyásoló folyamatokat,
- a kisvízi helyzetet befolyásoló folyamatokat,
- a vízminőségi helyzetet befolyásoló folyamatokat

részletesen fel kell tární a múltra vonatkozóan. Egyes folyószakaszok vízjárására alapvető befolyást gyakorló nagy létesítmények hatását külön-külön kell elemezni. A folyamatvizsgálatokat el kell végezni a rész-vízgyűjtőkre, a Tisza és mellékfolyóinak árvízi medrére. A folyamatvizsgálatokat úgy kell elvégezni, hogy a rendelkezésre álló modellekkel (lefolyási, egy- és kétdimenziós, vízminőségi stb.) hatásukat számítani lehessen, továbbá, hogy a jövőbeni folyamatok prognosztizálhatók legyenek. A folyamatvizsgálat elvi sémája a 40. ábrán látható.

Az eredményes nemzetközi együttműködés érdekében biztosítani kell, hogy a Tisza vízgyűjtőjén ugyanazt a modellrendszert használják. Ez elősegítené, hogy egységes elvek alapján épüljön ki a szükséges észlelő- és mérőrendszer, egységes adatkezelő, feldolgozó és továbbító rendszer kerüljön kialakításra.

A jövőbeni folyamatok vizsgálatához, a modellszámításokhoz, az üzemirányítási modellhez szükséges adatok képeznék az egységes Tisza-völgyi információs rendszer törzsadatállományát. Ezt kiegészítve az egyéb igények alapján szükséges információkkal, előállna az Egységes Tisza-völgyi Információs Rendszer. E rendszert úgy kell kialakítani és működtetni, hogy az a Tisza-völgy vízgazdálkodásában érdekelt országok részéről automatikusan elérhető legyen. Amennyiben a folyamatvizsgálati, modellezési, üzemirányítási rendszert kialakítjuk, annak használata kikényszeríti a jelenlegi észlelési, mérési és

A Tisza-vízgyűjtő vízgazdálkodási folyamatvizsgálatainak elvi sémája



adatszolgáltatási rendszer felülvizsgálatát, korszerűsítését. Az eseményeket követő vízgazdálkodásról áttekinthetjük az értékelő és a várható folyamatokra felkészülő vízgazdálkodásra.

Különböző szakterületek, a gazdaság szereplői, a civil szervezetek sorra foglalmazzák meg a jövőre vonatkozó javaslataikat, igényeiket, elvárásaikat. A felvázolt rendszer alkalmas arra, hogy ezeket modellezze, és várható hatásukat számolja, vagy prognosztizálja.

Az elvégzendő folyamatvizsgálatok és modellezések segítségével a magyar fél tudományos alapon tudja információ igényét partnerei felé előterjeszteni, súlyozni tudja a felmerülő igényeket. A külföldi vízgyűjtőn tervezett beavatkozások magyarországi hatását különböző üzemvitel és meteorológiai szituációk mellett számítani tudja, ezzel lehetővé válik, hogy megalapozott észrevételeket tegyen, illetve a magyar fél érdekeit képviselni tudja. A magyar politika számára megfelelő érvanyagot tud szolgáltatni a vízgazdálkodási kérdések megítéléséhez, súlyuknak megfelelő kezeléséhez.

A kedvező politikai helyzet, a rendelkezésünkre álló és korszerű informatikai, mérési és észlelési lehetőségek lehetővé teszik, sőt kikényszerítik, hogy a Tisza-vízgyűjtő vízgazdálkodását új alapokra helyezzük.

Természetesen az új rendszer bevezetése is egy több évig, akár egy évtizedig tartó folyamat eredménye lesz, melyen belül folyamatos fejlesztést, korrekciókat és visszacsatolásokat kell végrehajtani.

Az új rendszer bevezetésének ma már nincs technikai akadálya, a korábban meglévő politikai akadályok megszűntek, vagy gyorsan megszűnnek. A rendszer alkalmazása biztosíthatja, hogy a Tisza-vízgyűjtőn élők egymás érdekeit figyelembe vevő, a fenntartható fejlődést elősegítő vízgazdálkodást és gazdálkodást folytassanak.

A tét rendkívül nagy (a beregi esemény csak enyhe figyelmeztetésnek tekinthető), ezért mielőbb teremtsük meg a feltételeket, és tegyük meg a szükséges intézkedéseket egy új vízgazdálkodási rendszer kialakítására, éljünk a rendelkezésünkre álló történelmi lehetőséggel.

A Tisza vízgyűjtőjének idegenforgalma

A magyarok többségének tudatában a Tisza nevének elhangzása már önmagában is az idegenforgalomhoz köthető képeket, emlékeket idéz fel. A Tisza vízrendszere által lefedett – Ukrajna, Románia, Szlovákia, Magyarország és Jugoszlávia területére egyaránt kiterjedő – térség azonban idegenforgalmi szempontból oly mértékben mozaikos, egymással kizárólag a vízfolyások révén összefüggő terület, hogy annak egységes, tudományos igényű elemzését a jelenleg rendelkezésre álló források nem teszik lehetővé. A Tisza vízgyűjtőjéhez tartozó országrészek gazdasági, társadalmi, politikai fejlődésében és pillanatnyi helyzetében – mint a turizmus környezetét alkotó elemekben – tapasztalható jelentős eltérések komoly akadályokat jelentenek a térség idegenforgalmának korszerű megközelítésében. Mindezen nehézség ellenére hangsúlyozzuk, hogy éppen a turizmus sikere tekintetében elengedhetetlen a határok nélküli szemlélet erősítése, különösen egy olyan földrajzi térben, amelyet a politikai szándékon túlmenően ugyanaz a folyó fűzhetne egységbe. A fentiekre való tekintettel a Tisza vízgyűjtőjének idegenforgalmi aspektusú bemutatása elsősorban a Tisza és mellékfolyóinak magyarországi szakaszára koncentrál, ezen vizsgálati terület komplex elemzésével próbálja azt a keretet kialakítani, amelynek alapján a későbbiekben esetleg lefolytathatóvá válik a teljes vízrendszer turizmusának nemzetközi vizsgálata.

A vízgyűjtő turisztikai értelmezése

A turizmus által hasznosított tér földrajzi lehatárolása leginkább a domináns természeti vonzerő figyelembevételével és/vagy közigazgatási alapon történik, így annak tanulmányozása táji, települési, megyei, újabban regionális szinten folyik. Amíg azonban az eltérő genetikájú, arculatú és turisztikai tevékenységet lehetővé tevő térségek idegenforgalmi értékeinek bemutatására tájegységenként is sor kerülhet, addig a turizmus társadalmi, gazdasági környezetével való kölcsönhatása megköveteli a statisztikai adatgyűjtés szempontjából releváns igazgatási rendszerek számbavételét. Ahogyan egy köznapi értelemben használt táj, mint a Balaton, a Duna-kanyar, vagy a Mátra idegenforgalmának bemutatása esetében is elsődleges az oda tartozó települé-

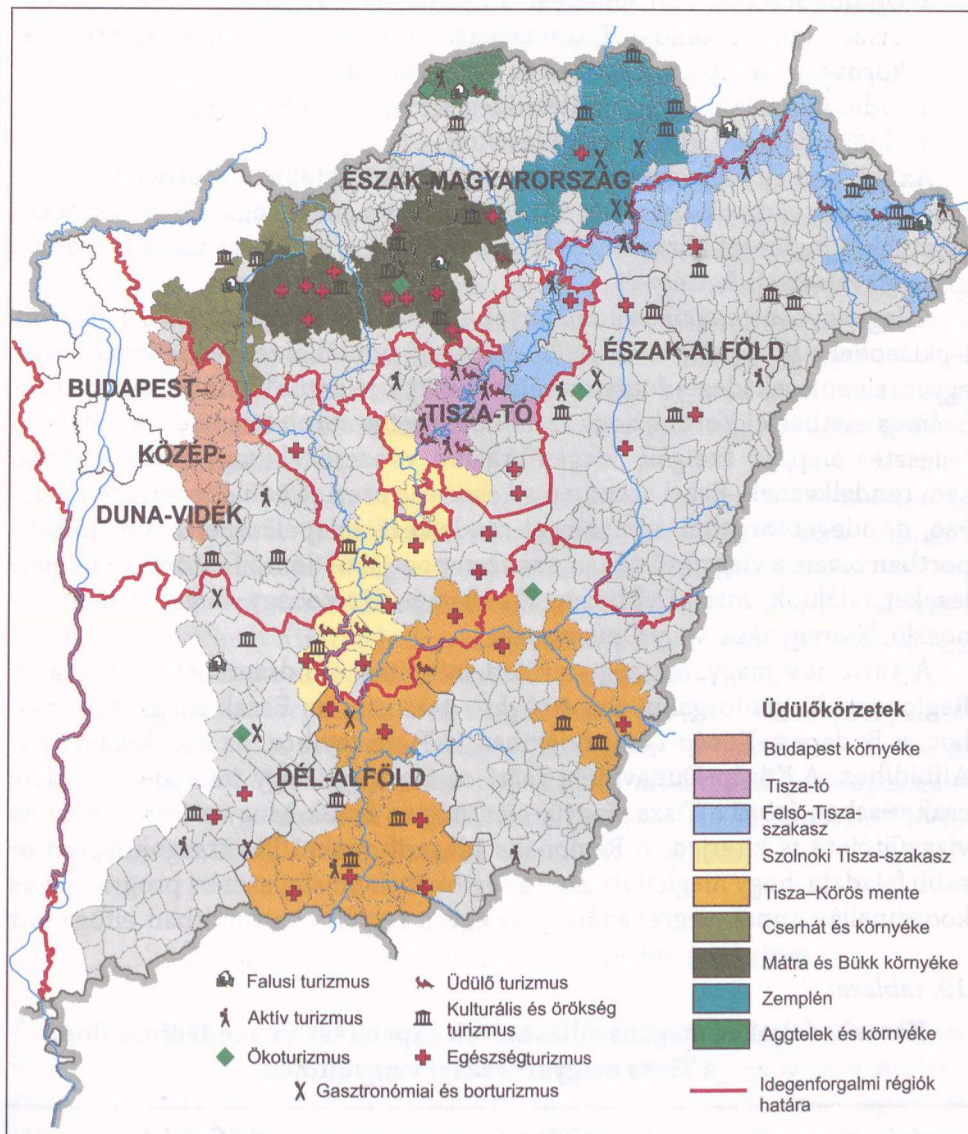
sek lehatárolása – ami lehetővé teszi a kereslet és a kínálat számbavételét – úgy a Tisza vízgyűjtőjének kapcsán is pontosan ismernünk kell az ebbe a földrajzi kategóriába tartozó falvak és városok körét. Ez elengedhetetlen ahhoz, hogy áttekintést adjunk a Tisza vízgyűjtőjén elhelyezkedő – a turisztikai események kikristályosodási pontjaként aposztrofált – idegenforgalmi településekről, amelyek vonzerejük vagy forgalmi fekvésük következtében válnak a turistaforgalom célpontjává, szervezőközpontjává. A vízrendszer idegenforgalmi települései tehát a vendégek tartózkodásához, szabadidő eltöltéséhez és az utasforgalom kiszolgálásához szükséges létesítményekkel rendelkeznek, amelyek igénybevétele jelentős hatással van az adott hely gazdasági, társadalmi struktúrájára. A Duna és a Tisza vízgyűjtőjét elkülönítő vízválasztó nyomon követésével lehatárolhatók azok a települések, amelyek idegenforgalmi infra-és szuprastrukturája,¹ vendégforgalma a jelen elemzés során áttekintésre kerül. Fel kell azonban hívni a figyelmet arra, hogy a közigazgatási határok értelemszerűen nem követik a vízválasztó vonalát, így előfordul, hogy néhány nagyobb kiterjedésű település (Baja, Kiskunhalas) mindkét vízrendszerhez egyaránt hozzátartozik, ezekben az esetekben a velük kapcsolatos információk is feldolgozásra kerültek.

Tekintettel arra, hogy a turizmus területi rendszerében nem szokványos egy vízgyűjtő idegenforgalmáról beszélni, ezért a vonatkozó leírások és adatközlések sem követik ezt a fajta igényt. A tiszai vízgyűjtő sajátossága, hogy azon elsősorban nem a folyóra, vagy annak mellékfolyóira alapozódó, hanem az általa érintett térség számos más vonzerejét hasznosító turizmus zajlik. Az Északi-középhegység és az Alföld tiszai vízgyűjtőhöz tartozó településeinek kulturális, egészségi, aktív és borturisztikai értékei jelentősen magasabb számú látogatót vonzanak, mint a térség gerincét alkotó Tisza folyó adottságai. Ugyanakkor nem szabad megfeledkeznünk arról sem, hogy a Tisza vízrendszerének turisztikai értelmezése elsősorban a fő folyó és a mellékvizek víziturizmusra, üdülésre alkalmas szakaszainak elemzését feltételezi. Azzal a kettősséggel kell tehát szembenéznünk, hogy a Tisza és mellékvizei önmagukban idegenforgalmilag kisebb vonzerőt képviselnek, mint az általuk érintett terület, azonban a vízgyűjtő turizmusának értelmezése éppen a vízfolyásokra alapozott turisztikai tevékenység feltárását követeli meg.

A turizmus területi rendszere és folyamatai a Tisza vízgyűjtőjén

A tiszai vízgyűjtő idegenforgalmi szerepének megítélésakor abból a felismerésből kell kiindulni, hogy hazánk turizmusának területi és időbeli folyamatait – annak ellenére, hogy Budapest és a Balaton dominanciája továbbra is érvényesül – a turizmus szerepét felismerő és a vonzerőiket fejlesztő települések erősödő bekapcsolódása jellemzi.

Idegenforgalmi régiók, üdülőkörzetek és egyes kiemelt turisztikai termékek színhelyei a Tisza magyarországi vízgyűjtőjén



Az idegenforgalom területi folyamatainak elemzésénél elsődlegesnek tartjuk az európai uniós csatlakozásunk kapcsán egyre nagyobb hangsúlyt kapó területfejlesztési keretek tisztázását. Az 1998 óta hatályos Országos Területfejlesztési Koncepció jövőképe meghatározó szerepet szán a turizmusnak, amit a területfejlesztés szempontjából a legfontosabb ágazati prioritások közé

sorol. A hatályos jogszabályok, illetve azok háttéranyagai a Tisza vízgyűjtőjén fekvő településeket az idegenforgalom szempontjából négy csoportra osztják:

1. Kiemelt üdülőkörzetekhez (Mátra-Bükk);
2. Üdülőkörzetekhez (Budapest környék, Felső Tisza-szakasz, Közép-Tisza-vidék, Szolnoki Tisza-szakasz, Tisza-Körös-mente, Cserhát és környéke, Zemplén, Aggtelek és környéke) tartozó;
3. Üdülőkörzeten kívüli üdülési-idegenforgalmi adottsággal rendelkező;
4. Nem üdülőhely jellegű településekre.

Az egy kiemelt (69 helyiség) és a nyolc üdülőkörzetekhez (409 helyiség) tartozó falvak és városok, összesen 478 települést magukba foglaló zárt tömböket alkotnak, a Budapest környék, továbbá a Cserhát és környéke üdülőkörzetet a Tisza vízválasztója kettészeli.

A legnagyobb településállománnyal a Felső-Tisza-szakasz (120 helyiség), legkisebbel a Közép-Tisza-vidék (11 helyiség) üdülőkörzet rendelkezik, de az egyes települések idegenforgalmi súlya között is jelentős különbségek vannak. Számos esetben előfordul, hogy az üdülőkörzetbe sorolt települések érdemi, a fejlesztés alapjául szolgáló idegenforgalmi vonzerővel, vagy szolgáltatással sem rendelkeznek. Ezzel szemben a besorolás szerint üdülőkörzeteken kívül eső, de idegenforgalmi adottsággal rendelkező településeket számláló csoportban olyan, a vízgyűjtő turizmusa szempontjából döntő fontosságú településeket találunk, mint Debrecen, Kecskemét, Hortobágy, Bugac, Hajdúszoboszló, Nyíregyháza, vagy Ópusztaszer.

A turizmus magyarországi területi irányítási rendszerében a térség öt Regionális Idegenforgalmi Bizottsághoz tartozik, az Észak-Magyarországihoz, a Budapest-Közép-Dunavidékihez, a Tisza-tavihoz, az Észak- és a Dél-Alföldihez. A Közép-Dunavidéki régió sajátossága, hogy működési területe csak részben érinti a Tisza vízgyűjtőjét, míg az Észak-Magyarországi a Duna vízgyűjtőjére is kiterjed. A Regionális Idegenforgalmi Bizottságok legfontosabb feladata, hogy meghatározzák a régiók turizmusfejlesztési programját és koordinálják annak végrehajtását. Az egyes régiók közelmúltban elfogadott

19. táblázat

Kereskedelmi és magánszálláshelyek kapacitása és vendégforgalom a Tisza magyarországi vízgyűjtőjén

	Férőhely		Vendégéjszaka	
	1990	2000	1990	2000
Tisza vízgyűjtője	73 969	116 777	4 702 394	4 634 073
Ország	305 970	531 943	22 386 526	22 237 003

Forrás: KSH

középtávú fejlesztési koncepcióikban és programjaikban kiemelt hangsúlyt fektetnek a vízgyűjtőterülethez tartozó vízfolyásokra alapozott turizmus támogatására.

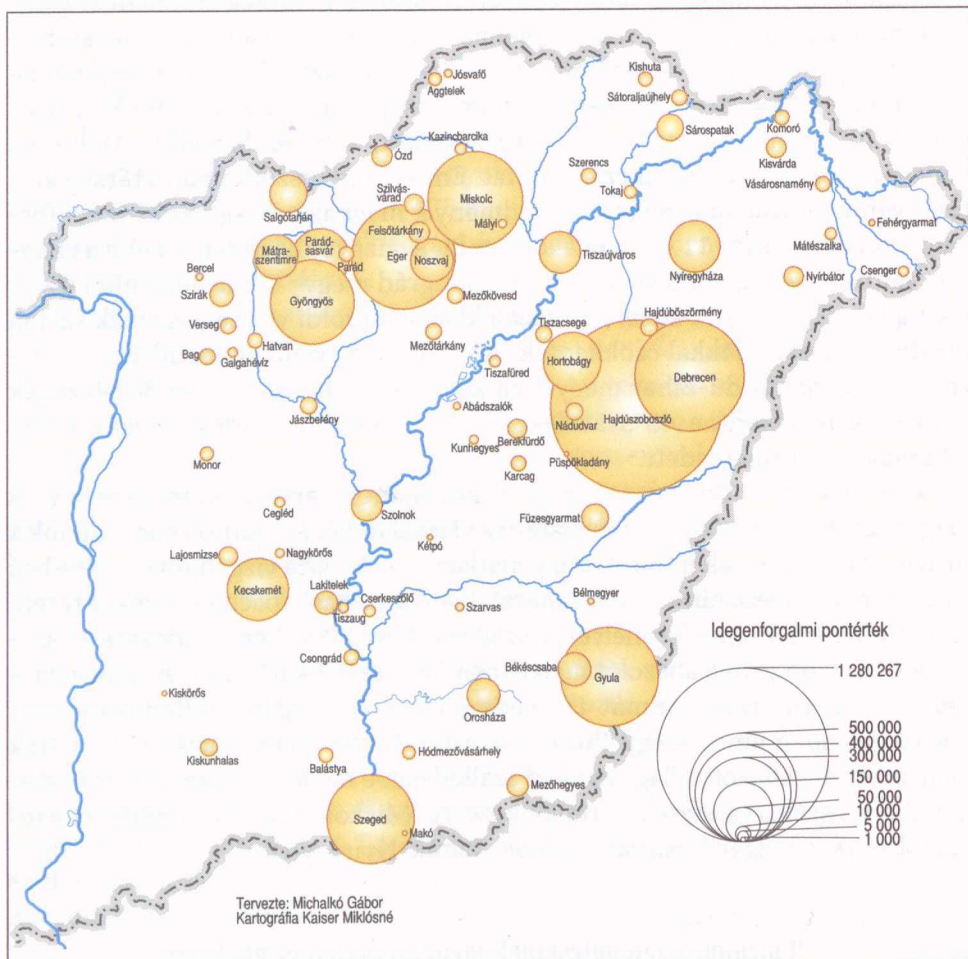
Hazánk turizmusában betöltött szerepkörének komplex statisztikai megközelítése alapján a Tisza vízgyűjtőjének helyzete kedvezőtlen. A turistaforgalmat leginkább megjelenítő mutatót, a vendégéjszakák számát figyelembe véve a térség Magyarország kereskedelmi² és magánszálláshelyeinek³ forgalmából 2000-ben 20,8 százalékkal részesedett, a teljes forgalom 1990-hez képest 1,5 százalékos csökkenést mutat. Ennél is kedvezőtlenebb a térség külföldi vendégéjszakák terén elért eredménye, mely az ország nemzetközi forgalmából mindössze 11,7 százalékot tett ki. A vízgyűjtőterületen belül a rendszerváltozás legnagyobb vesztesének Csongrád megye tekinthető, ahol tíz év alatt a vendégéjszakák közel 33 százalékkal, a külföldi vendégéjszakák száma majdnem 70 százalékkal csökkentek. A vizsgált időszakban leginkább kedvező elmozdulás Hajdú-Bihar megyében következett be, ahol a vendégéjszakák számának növekedése 43 százalékos volt, a külföldi vendégéjszakák pedig 37 százalékkal emelkedett.

A turizmus elsődleges szuprastruktúrájához tartozó kereskedelmi és magánszálláshelyek férőhelykínálatának vizsgálatából áttekintő képet kapunk a turizmus feltételeinek minőségére vonatkozóan. A Tisza vízgyűjtőjén 1990-hez viszonyítva kedvező elmozdulás tapasztalható a szálláskapacitás bővítése terén. Annak ellenére, hogy a férőhelyek országos aránya 2000-ben mindössze 22 százalék volt, azok száma abszolút mértékben 58 százalékkal bővült. A minőségi, a nemzetközi turistaforgalmat is eredményesen szolgáló szállodakapacitás vonatkozásában sincs szégyellni valója a térségnek. Parádsasváron nyitották meg az ország első ötszobás vidéki szállodáját, e mellett a négyoszobás kategóriában is széles választék áll rendelkezésre (Miskolc, Hajdúszoboszló, Hortobágy, Debrecen, Eger, Noszvaj, Szolnok, Szirák, Nyíregyháza).

A vízgyűjtő településeinek idegenforgalmi értékelése

A Tisza vízgyűjtőjén fekvő települések elmúlt évtizedben végbemenő idegenforgalmi változásainak nyomon követésére leginkább a vonzerők látogatottságának mértéke adhatna választ, azonban ennek mérhetősége nem megoldott. Ha abból indulunk ki, hogy statisztikai értelemben turistának azokat a látogatókat nevezhetjük, akik legalább egy éjszakát eltöltenek a felkeresett településen, akkor az idegenforgalmi települések értékelésére, rangsorolására a szálláshely-statisztikai adatok jelentenek leginkább megbízható alapot. Valójában a kereskedelmi és magánszálláshelyeken kifizetett szállásdíjak, a vendéglátóipari szolgáltatások, továbbá a különböző idegenforgalmi szolgáltatók árbevételeinek adóvonzata alkotja a települések turizmus teremtette helyi forrásait.

A Tisza magyarországi vízgyűjtőjén fekvő települések idegenforgalmi szerepe



Nem szabad megelégednünk azonban az átutazó forgalomban résztvevőkről sem, akik egy eltöltött éjszakát követően továbbindulnak, így nem veszik igénybe a település turisztikai és egyéb szolgáltatásait, vagyis a szállásért kifizetett összegén kívül nem járulnak hozzá az adóbevételek növekedéséhez. Az előbbiekből következik, hogy nem a vendégek, hanem az általuk eltöltött vendégéjszakák száma jelentheti az értékelés egyik alapvetően megbízható elemét. Az eredmények árnyalása és érvényessége érdekében az adatbázis összeállításakor a piacnak mindkét résztvevőjét szerepeltetni kell, mivel a vendégéjszakákban realizálódó kereslet mellett a férőhelyek kínálata is meghatározó tényezője egy adott település megítélésének. A férőhelyek száma és

minősége megmutatja, hogy a vizsgált hely vonzerői az idegenforgalom befektetői körében milyen mértékű beruházásokat inspiráltak. Ott, ahol a vonzerő potenciálisan nagy számú, fizetőképes turista érkezését válthatja ki, rövidesen megjelennek a magasabb minőségű szálláshelyek is. Ebből az elméleti alapvetésből kiindulva áttekintettük a Tisza vízgyűjtőjének települési szintű szálláshely-statisztikai adatbázisait, amelyekből a szállodai szektorra vonatkozóan nyertünk olyan megbízható információkat, amelyek alapján az itt nem részletezendő matematikai statisztikai módszerekkel a kívánt mélységű elemzés elvégezhető volt.

A térségben fekvő, szállodával rendelkező települések idegenforgalmi szerepkörének tekintetében komoly átalakulásokra került sor az elmúlt évtizedben. Amíg 1990-ben mindössze 54 településen volt szálloda, addig 2000-re ez a szám 76-ra emelkedett. A települések sorrendjében a rendszerváltozáskor ötödik helyen álló Hajdúszoboszló 2000-re a számított pontértékét megötszörözve az első helyre került, a második, Debrecen ennek az értéknek már csak a felét tudja felmutatni. Az első tíz hely valamelyikét elfoglaló településeket vizsgálva 1990 óta nem történt komolyabb változás, a már említett Hajdúszoboszló és Debrecen mellett továbbra is a vízgyűjtő idegenforgalmi élmezőnyéhez tartoznak a megyeközpontok (Eger, Miskolc, Szeged, Kecskemét, Nyíregyháza), továbbá az egészségturizmus két fellegrára Gyula és Gyöngyös. 2000-re Parádsasvár ötcsillagos kastélyszállója Szolnokot szorította az 1990. évi élmezőnyből a 14. helyre. A vizsgált időszakban nemcsak új településekkel (Mátrászentimre, Noszvaj, Lakitelek, Kisvárd, Monor, Nyírbátor, Bag, Verseg, Parád, Komoró, Balástya, Kishuta, Tiszacsege) bővült a térség potenciális szállodakínálata, hanem néhány esetben (Mezőtúr, Acsa, Szentés, Nyírlugos, Tiszavasvári, Pétervására, Kisújszállás) kénytelenek voltak szállodák bezárni. A pontérték alapján felállított sorrendet tovább vizsgálva megállapítható, hogy egyes települések előtérbe kerültek, mások visszaestek. Hortobágy a 40. helyről jött fel a 11.-re, Szilvásvárad a 42.-ről a 25.-re, a legnagyobb visszaesők közé tartozik a 17.-ről az 52.-re lecsúszott Tokaj városa.

A vízgyűjtő terület idegenforgalmi vonzerői

A turizmusnak mint a gazdasági, társadalmi szféra sajátos, elsősorban a szabadidő eltöltésével kapcsolatos szegmensének központi eleme a turisztikai tevékenység, azaz a turisták utazásával és a felkeresett helyen történő tartózkodásával összefüggő létmegnyilvánulása. Mivel a földrajzi térben zajló turisztikai tevékenység az utazás elsődleges motivációjához kötődő cselekvéssor leírásával tipizálható (üdülőturizmus, természetjárás, bevásárlóturizmus stb.), így a vonzerőket magába foglaló környezet is tartalmaz olyan elemeket, amelyek a vízgyűjtő bármely pontján közel azonos mozgásfolyamatokat indu-

kálnak. Az idegenforgalmi szakemberek által turisztikai terméknek nevezett komplex szolgáltatáscsomagban jelentős szerepet kap a földrajzi tér, amelyet legtöbbször a természeti környezet determinál. A turizmus egyes térbeli típusaiba történő besorolás alapját a vizsgált településen található idegenforgalmi infra-és szuprastruktúra elemeinek minőségi és mennyiségi mutatói jelentik. Az alábbiakban a Tisza vízgyűjtőjének településállományát megközelítően lefedő idegenforgalmi település típusok példákon keresztül történő rövid jellemzését mutatjuk be:

Az üdülturizmus színterei: A hazai és a külföldről érkező vendégek leginkább jellemző turisztikai tevékenysége a különböző vízparti üdülőhelyeken történő napozással, strandfürdőzéssel, játékkal, olvasással párosuló passzív szabadidőeltöltés. 1990 után az üdülési célú (állami, vállalati, szakszervezeti) szálláshelyek többségét privatizálták, a szolgáltatások árát a piaci körülményekhez igazították, ezért a családi jellegű pihenést szolgáló, egy-két hetes üdülések száma jelentős mértékben visszaesett, azonban mára az üdüléscsekk-rendszer terjedésével, a privát nyaralók számának ugrásszerű növekedésével, továbbá a lakosság életszínvonalának fokozatos javulásával összefüggésben ismét észlelhető az elengedhetetlen szellemi és fizikai regenerálódását biztosító üdülések számának növekedése. Az üdülturizmus elsősorban a Tisza menti települések falusi szállás- és fizetővendéglátóhelyein, a kempingekben-üdülőházakban realizálódik, de ezt a turisztikai tevékenységet szolgálják a második otthonok (hétvégi házak) is, amelyek a passzív időtöltés mellett terepet kínálnak a nagyszámú hobby-kertészkedő számára. Különösen frekventáltak Tiszakécske, Tivadar, Vásárosnamény-Gergelyugornya, Kisköre, Abádszalók, Tiszafüred, Cibakháza, Tiszalök strandjai. A folyók mellett említést érdemelnek a kavicsbányatavak üdülésre alkalmassá tett partjai (Nyékládháza), a felduzzasztott víztározók (Rakaca), vagy a szikesek (Kiskundorozsma).

Az aktív turizmus színterei: A vizsgált térség településeinek körében is fokozatosan tudatosul, hogy a munkaidő egyre intenzívebb felhasználásával és kiterjedésével az egészséges életmódra való törekvés abban az esetben valósulhat meg, ha a szabadidőt az életkornak megfelelő, környezetváltozással együtt járó testmozgással töltjük el. Az ehhez szükséges infrastruktúra kiépítését azonban a településeknek fel kell vállalni. A vízgyűjtő számos települése, illetve annak környezete kiváló terepet jelent a lovaglás (Tápiószentmárton, Hortobágy-Máta, Mezőhegyes, Szilvásvár), a kerékpározás (a gátak szinte mindenhol alkalmasak kerékpártúrára), a víziturizmus (Dombrád, Tiszabecs, Tiszaújváros, Poroszló, Abádszalók, Tiszalök, Kisköre, Szeged), a természetjárás (Sikfőkút, Lilafüred, Jósvafő), a horgászat (Kunfehértó, Felsőtárkány, Noszvaj), a vadászat (Tenk, Nyíracád) szerelmeseinek.

A kulturális és örökségturizmus színterei: A vízgyűjtő számos településén – azok földrajzi fekvéséből és történelmi szerepéből fakadóan – megtalálható

ak a hazai kultúrtörténet egyes korszakainak tárgyi és szellemi emlékei. A kulturális és örökségturizmus színtereit felkereső látogatók számára a települések – legtöbbször műemléki védettséget élvező – funkcionálisan, vagy építészeti érdekes épületei (Városháza – Nyíregyháza, Cifra palota – Kecskemét, Reök-palota – Szeged, Vár – Gyula, Sárospatak, Eger), építményei (Gúlatorony – Pusztavacs, Vizimalom – Túrístvándi, Indóház – Szolnok, Kilenc lyukú híd – Hortobágy), emlékművei (Kossuth-szobor – Sátoraljaújhely, Kölcsey emlékmű a csónakos fejfás temetőben – Szatmárcseke), templomai (Református Nagytemplom – Debrecen, Református templom – Nyírbátor, Csaroda, Tákos, Ciszterci apátsági templom – Bélapátfalva, Zsinagóga – Szeged, Görög-katolikus templom – Hajdúdorog, Evangélikus templom – Békéscsaba), jelentős történelmi korszakok (Nemzeti Történelmi Emlékpark – Ópusztaszer, Munkatábor – Recsk), illetve események (Református Kollégium – Debrecen) helyszínei jelentenek vonzerőt. Az állandó, vagy időszakos kiállítások helyszínéül szolgáló múzeumok (Déry Múzeum – Debrecen, Jósza András Múzeum – Nyíregyháza, Specula Csillagászati Múzeum – Eger, Érc- és Ásványbányászati Múzeum – Rudabánya), gyűjtemények (Kállay Gyűjtemény – Nyíregyháza, Matyó Múzeum – Mezőkövesd, Csipkemúzeum – Kiskunhalas, Magyar Fotográfiai Múzeum – Kecskemét, Majolikagyár – Hódmezővásárhely, Kondor Béla kiállítás – Miskolc, Porcelánmúzeum – Hollóháza, Biblia – Vizsoly) is motiválják a turisták érkezését. E mellett a települések turizmusában egyre jelentősebb szerepet játszanak a különféle kulturális rendezvények (Művésztelep – Szolnok, Hódmezővásárhely), zenei és színházi fesztiválok (Csokonai Színház – Debrecen, Katona József Színház – Kecskemét, Nyírbátori Zenei Napok, Szigligeti Színház – Szolnok), a hagyományőrzést elősegítő események (Virágkarnevál – Debrecen, Szabadtéri Játékok – Szeged). Nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy a települések szent helyei (Görög katolikus kegytemplom – Máriapócs, Csodarabbi sírhelye – Sátoraljaújhely, Remetebarang – Mátraverebély) a vallási indíttatású zárandoklatok terepéül szolgálnak. A világörökség részét képező településeink kulturális értékei (Ófalu – Hollókő) nemzetközileg is kiemelkedő vonzerővel bírnak. Az oktatási intézmények (Nyári Egyetem – Debrecen, Népfőiskola – Lakitelek) hagyományos szerepkörükön túlmenően aktív részesei a települések turistaforgalmának fenntartásában.

Az egészségturizmus színterei: Az egészségturizmus a vízgyűjtő egyre több településének életében játszik kiemelkedő szerepet, vagy jelent fejlődési lehetőséget. A települések természeti adottságai közül a turizmus szempontjából legeredményesebben hasznosítható érték a helyi termálvízkinccs, amelynek jelentős része gyógyhatású, sokféle igény kielégítésére alkalmas (pl. mozgásszervi, emésztőszervi, nőgyógyászati, idegrendszeri betegségek kezelése). A vízgyűjtő településállománya nemzetközi összehasonlításban is egyedülállóan nagy számú, bővizű, magas hőfokú gyógyvizet kínáló fürdőkkel rendelke-

zik (33 településen működik gyógyfürdő). A települések felismerték, hogy az egészségturizmusnak egyre növekvő szerepe van az egészség megőrzésében, a betegségek megelőzésében, a gyógyításban, az utókezelésben, a fizikai és mentális kondicionálásban. A települések gyógyturisztikai létesítményei annak érdekében, hogy megfeleljenek az igényesebb turisták elvárásainak is, még sok helyen kiépítésre, fejlesztésre szorulnak (Egerszalók). Leginkább a komplex turisztikai szolgáltatást kínáló gyógyszállodákkal rendelkező települések bonyolítanak le jelentősebb vendégforgalmat (Hajdúszoboszló, Eger, Parádfürdő, Gyula, Miskolctapolca, Mezőkövesd). A klimatikus gyógyhellyel, vagy gyógybarlangokkal rendelkező települések (Mátraháza, Mátrászentimre, Mátrafüred, Bükkszentkereszt) a légzőszervi, idegrendszeri betegségekben szenvedők számára kínálják a gyógyulás reményét csakúgy mint Mátraderecske száraz fürdője, a mofetta. A parádsasvári Csevice forrás kénhidrogént tartalmazó szénsavas savanyúvize pedig ivókúrára ad lehetőséget.

A falusi turizmus színterei: A vízgyűjtő azon településeit tekinthetjük a falusi turizmus színtereinek, ahol az állandó lakosság magánhasználatú lakóingatlanainak idegenforgalmi célú hasznosítása (falusi szálláshely) párosul a természeti környezet, a falusi élet értékeinek felmutatásával, egyedi vendéglátással. A falusi turizmus olyan közösségi alkotás, amelyben a kihasználatlan, sok esetben értéktelennek tűnő erőforrások feltárása, piacképessé tétele, értékesítése a helyi társadalom összefogásával valósul meg. Mivel számos turisztikai tevékenység közvetve, vagy közvetlenül kapcsolódik a mezőgazdasághoz (pl. lovaglás, vadászat, horgászat) – a falusi vendéglátás feltételeinek megteremtésével párhuzamosan – ezek szolgáltatássá történő alakításával jövedelempótló, kiegészítő tevékenység végzésére nyílik lehetősége a vidéki lakosságnak. A falusi turizmus elősegíti a népi mesterségek (pl. korongozás, kovácsolás) és a kulturális hagyományok (pl. parasztlakodalom) megőrzését, felélesztését. A falusi turizmusnak köszönhetően – a kiskereskedelmi és vendéglátóipari hasznosítás révén – a helyi mezőgazdasági termékek piaca bővül. Kozárd, Cserépfalu, Felsőtárkány, Bugac, Hollókő, Mátraderecske lakosai méltán számíthatnak a falusi turizmusban résztvevő vendégek érkezésére.

Az ökoturizmus színterei: A természet értékeinek tiszteletben tartása mellett az annak tudatos megfigyelésére, védelmére alapozó ökoturizmus szolgálatában állnak a vízgyűjtő nemzeti parkjai (Aggteleki, Hortobágyi, Körös-Maros, Bükki, Kiskunsági), tájvédelmi körzetei (Szatmár-Beregi, Hajdúsági, Bihari-sík, Tokaj-Bodrog-zug, Kesznyéteni, Közép-Tiszai, Mártélyi, Zempléni, Borsodi Mezőség, Hevesi Füves Puszták, Pusztaszeri, Tápió-Hajta vidéke, Gödöllői dombvidék, Hollókői, Kelet-Cserhát, Karancs-Medves, Mátrai, Tarna-vidéki, Lázberci) és a 43 természetvédelmi terület. A gyermekcipőben járó ökoturizmus fogadóállomásai közül kiemelkednek Hortobágy, Szarvaskő, Dévaványa, Aggtelek és Bugac látogatóközpontjai.

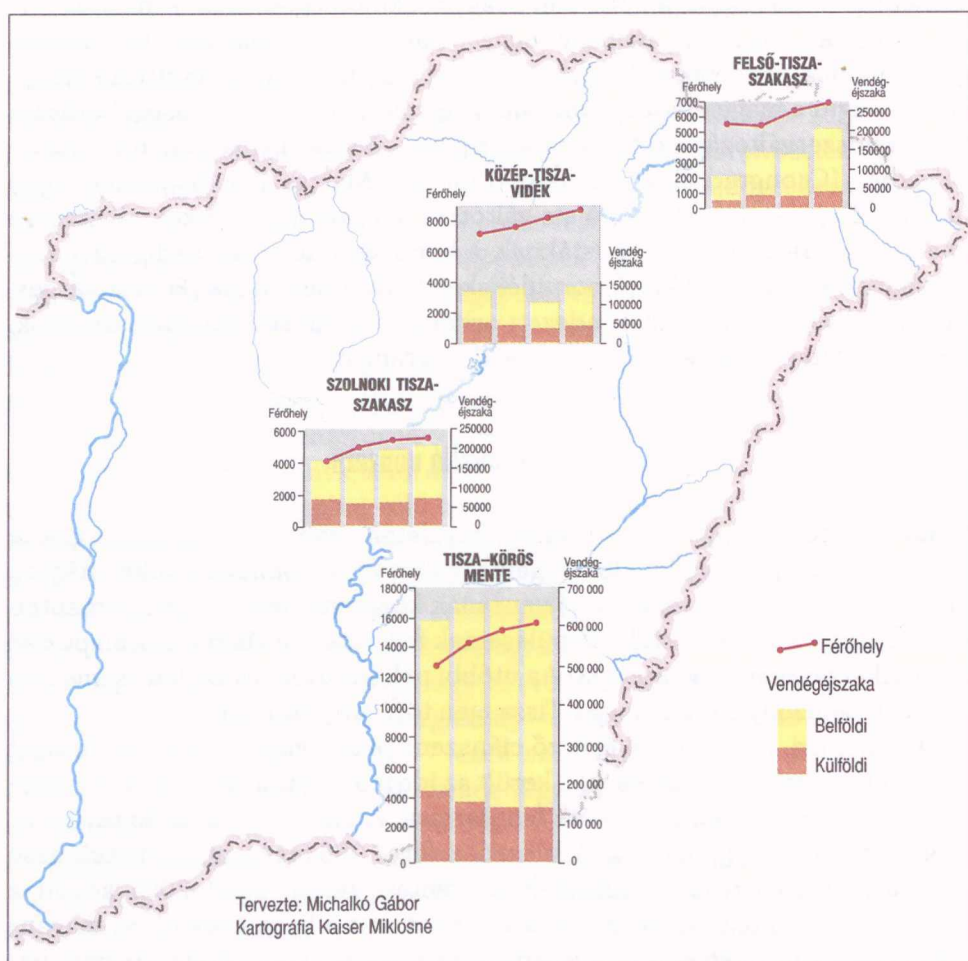
A gasztronómia és a borturizmus színterei: A magyar konyha és a borászat hírnevének köszönhetően több település turisztikai kínálatában önálló vonzerőként is megjelennek a helyi étel-, vagy italkülönlegességek. A messze földön híres éttermek (Hortobágy, Bugac, Lajosmizse) kínálatán túl számos gasztronómiai rendezvény (Kolbászfesztivál – Gyula, Sütőtökfesztivál – Nagydobos) segíti a magyar konyhával való megismerkedést. A minőségi borászatunk rendszerváltozás előtti korszakára jellemző szűk ajánlatot mára a borvidékekhez (Csongrád, Tokajhegyalja, Kunsági, Mátraaljai, Bükkaljai, Egri) tartozó települések széles kínálata váltotta fel. Számos pincészet felkeresése önálló programot jelent a turistáknak, a bor szerelmeseinek pedig úgynevezett borutakat szerveznek. A borvidékeken fekvő települések (Pusztamérges, Tarcál, Tállya, Tolcsva) által rendezett országos és nemzetközi borfesztiválok, borrend avatások színesítik a vendégek programját.

A Tisza mint önálló vonzerő

Annak ellenére, hogy a Tisza vízgyűjtőterületén realizálódó turistaforgalom elsősorban nem a folyó kínálta idegenforgalmi vonzerőkhöz kötődik, mégis a Tisza jelenti a vizsgált térség turizmusának központi elemét. A folyó mentén elhelyezkedő üdülőkörzetek településeinek fejlesztése a vízfolyásra alapozott turisztikai tevékenységekre épít. Az utóbbi néhány év kedvezőtlen eseményei azonban bebizonyították, hogy a Tisza igen törekény vonzerő.

A 2000. évi, Romániából érkező ciánszennyezést vagy a 2001. évi árvizet követően komoly erőfeszítésekbe került az idegenforgalmi szervezetek részéről a turizmus korábbi szintjének fenntartása. A Tiszára alapozódó turizmus sikerességének egyik záloga a vállalkozói szféra 1998 óta töretlen érdeklődése a folyó mentén létesülő szálláshelyek bővítése terén. 1998–2001 között a Tisza menti üdülőkörzetekben 20 százalékos volt a kereskedelmi és magán-szálláshelyek férőhelyeinek növekedése, figyelemre méltó, hogy a természeti csapásokban leginkább érintett Felső-Tiszán is jelentős emelkedést regisztráltak. Igaz, hogy a ciánszennyezés következtében 1999-ről 2000-re a Tisza felső és középső szakaszán egyaránt csökkent a vendégéjszakák száma, azonban a folyó délebbi részein már nem lehetett érzékelni a visszaesést. A 2001. évi árvíz pedig már egyáltalán nem okozott forgalom-visszaesést, igaz, a szakemberek éppen a helyreállítási munkákra érkező munkások és a katasztrófa kíváncsi turisták szállásigényével magyarázzák a kereslet fenntartását. A Tisza továbbra is a vízisportok szerelmeseinek egyik legkiválóbb terepét kínálja. Tiszabecstől Gyálarétig a folyó teljes 585,2 km hosszúságú magyarországi szakasza – a kiskörei és a tiszalöki hajózsilip működése esetén – átemelés nélkül alkalmas motoros hajók és csónakok közlekedésére, tehát vízitúra-útvonalnak tekinthető. A Tisza határon túlról érkező mellékfolyó-

A Tisza menti üdülőkörzetek szálláskapacitása és forgalma



inak többsége (Túr, Szamos, Kraszna, Bodrog, Hernád, Bódva, Sajó, Berettyó, Sebes-, Fekete-, Fehér-Körös) kajakkal és kenuval – igaz, gyakran csak átemelések mellett – végig, a Maros csak Makótól járható. A belföldi forrásokkal rendelkező mellékfolyók közül a Rakaca Meszestől, a Zagyva a vízállástól függően Jobbágyitól, illetve Hatvantól, a Tarna Siroktól (magas vízállás esetén), a Kettős-Körös és a Hármask-Körös, a Keleti-főcsatorna és Kálló-ér, továbbá a Nyugati-főcsatorna és a Hortobágy-Berettyó-főcsatorna teljes szakaszán járható. A Magyar Természetbarát Szövetség szervezésében 1969 óta minden évben több száz fő részvételével kerül megrendezésre a Nemzetközi Tiszatúra (az utóbbi években az ukrainai Bustyaházától egészen a jugoszláv Zen-táig), e mellett – szakértői becslések szerint – főszezonban naponta 100-300

főre tehető az egyénileg, vagy utazási irodák szervezésében vízitúrára indulók száma. Nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy a MAHART birtokában lévő személyhajókkal 45-50 ezer fős kirándulóforgalmat bonyolítanak le évente a hazai és a jugoszláv hajóállomások között. A tiszai víziturizmust, különösen a motoros-jachtos fajtáját azonban hátrányosan befolyásolja, hogy a folyó nincs nemzetközi víziúttá nyilvánítva.

Jegyzetek

- 1 A *turisztikai infrastruktúra* fogalmkörébe azok a – helyi lakosság és a látogatók által közösen használható – létesítmények sorolhatók, amelyek szabadidős tevékenységet szolgálnak. A speciális közlekedési eszközök, a fürdők, a múzeumok, a sportlétesítmények, a konferenciaközpontok infrastrukturális lehetőséget jelentenek a turizmus kialakulására. Azonban csak az erre épülő *turisztikai szuprastruktúra* (ami alatt elsősorban a szállás és az ellátás intézményrendszere értendő) révén válhat egy térség a turizmus színterévé.
- 2 Kereskedelmi szálláshelyként értelmezzük a szállodákat, a panziókat, az ifjúsági szállásokat, a turistaszállásokat, a kempingeket és üdülőházakat.
- 3 Magánszálláshelyként értelmezzük a fizetővendéglátást és a falusi szálláshelyeket.

Irodalom

- Baukó Tamás (szerk): *Tisza és az önkormányzatok*. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 1. Békéscsaba, 1992. 120 p.
- Bokody József: *Kék vizeken: vízitúrázók útikalauza*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1999. 194 p.
- Csordás László: *Turisztikai alprogram a Tisza mentén* (Összefoglaló). Tisza-vidék kutatás-fejlesztési program. 15. részjelentés, Kecskemét, MTA RKK Alföldi Tudományos Intézet, 2000. 22 p.
- Fekete László–Bokody József: *A hazai víziturizmus helyzete és fejlesztésre vonatkozó javaslatok*. Előterjesztés az Országos Idegenforgalmi Bizottság részére. 1998, kézirat.
- Idegenforgalmi Évkönyv*: Központi Statisztikai Hivatal, 1990, 2000.
- Irtzl Károlyné: *Területi Számjelrendszer*. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest, 1998. CD.
- Megyei Statisztikai Évkönyvek, 1990, 2000 KSH.
- Michalkó Gábor: A földrajzi típusalkotás és rangsorolás idegenforgalmi megközelítése. *Földrajzi Közlemények*, 2001. 49. 3–4. 205–218.
- Nagy Illés: *Tisza menti kerékpártúra-kalauz árvízvédelmi töltésen Szegedtől Tokajig*. Aqua Kiadó, Budapest, 1996. 286 p.
- Pálffy Katalin (szerk): *Látnivalók Magyarországon*. Well-Press Kiadó, Miskolc, 2001. 1023 p.
- Süli Zakar István: Az élő Tisza. *História* 2001. 2. 15–22.

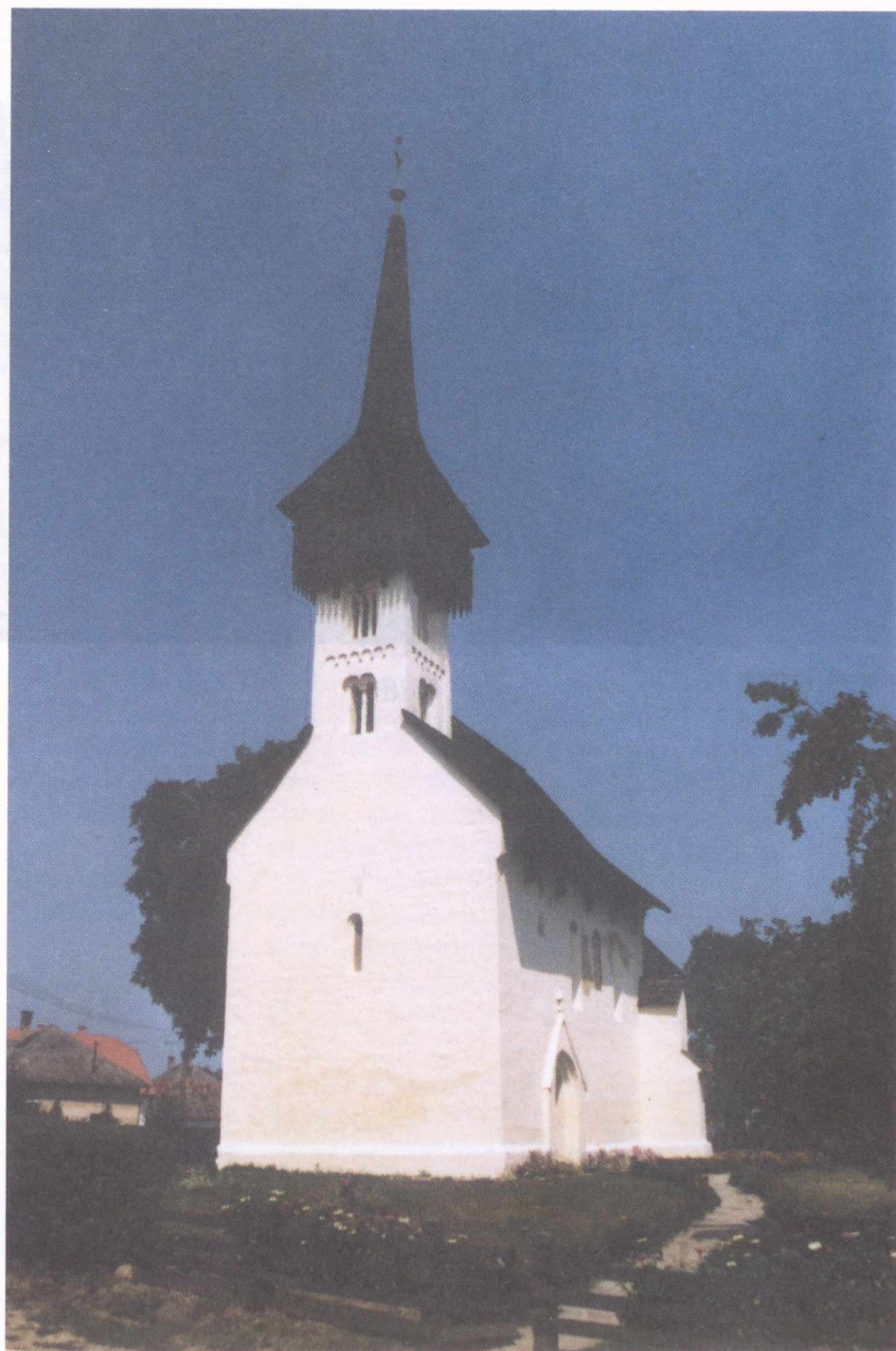
A falusi turizmus színtere: takaros falusi szálláshely Jándon



A sikeres idegenforgalmi marketing eszköze: korszerű információs tábla Szatmárcsékén



A kulturális turizmus egyik fellelővára: a református templom Csarodán



„Ahol a kis Túr siet beléje...”: kedvelt fürdőzőhely a Túr-bukó



A szerző felvételei.

2. rész

Vízminőség és környezetvédelem

Szerkesztette:

Bíró Péter

A Tisza vízének minősége

A Tisza vízgyűjtőterületének jellemzése, környezetvédelmi, ökológiai problémák

Magyarország Kárpát-medencében elfoglalt földrajzi helyzetéből adódóan legtöbb vízfolyásunk az országhatáron kívül ered. Vízminőségi szempontból *nyílt rendszer* vagyunk, s különösen igaz ez a Tisza esetében, ahol a 157 ezer km^2 -t kitevő teljes vízgyűjtő területből csak mintegy 47 ezer km^2 (29,9%) a magyarországi terület nagysága. Főbb mellékfolyói (Szamos, Bodrog, Körösök, Maros) esetében is a külföldi vízgyűjtő terület sokkal nagyobb, mint a hazai. Mindez az't eredményezi, hogy vízminőségi állapotukat a határon túli szennyezőanyag-terhelések jelentősen meghatározzák.

A Kárpát-medencében a *Tisza-völgy* európai jelentőségű *ökológiai folyosó* szerepet tölt be. Mai teljes, 966 km-es hosszával szemben migrációs pályájának hossza közel 2000 km-re tehető. A folyónak a mederben lévő vízkészlete, a hullámtér, a mentett oldali területek, a vízi ökoszisztémák és azokkal szoros összefüggésben lévő szárazföldi ökoszisztémák *egységes ökológiai rendszert* alkotnak, függetlenül az országhatároktól. Bár az utóbbi 150 évben a területet nagyon sok antropogén hatás érte, Európa nagy vízfolyásaihoz hasonlítva a Tisza és közvetlen vidéke még mai formájában is *az egyik legtermészetesebb állapotú folyóvölgy*.

A térség környezetvédelmi helyzetét sok tényező befolyásolja, amelyek közvetlenül vagy közvetetten a folyó vízminőségét, élővilágát is meghatározzák. Ezek között számos olyan *rizikófaktor* van, amelyek hosszú távú hatásuk révén *ökológiai problémát* okoznak. A Tisza-völgyben jelentkező főbb környezeti gondok a következők:

- Vízjárás viszonyok átalakulása: extrém száraz időperiódus után extrém nagy vízhozamú árhullámok levonulása.
- Belvízi kockázat növekedése, vízelvezető rendszerek állapotának nagyfokú romlása.
- Ipari létesítmények határérték feletti szennyezőanyag-kibocsátása, potenciális veszélyforrás hatása.
- Hazai eredetű, ill. határon túlról érkező rendkívüli vízszennyezések levonulása.

- Mezőgazdasági eredetű talaj- és vízszennyeződések, eutrofizációs veszélyek.
- Felszín alatti vízkészletek, főképp a talajvizek elszennyeződése.
- Illegálisan működő fúrt kutak ivóvízbázisokra gyakorolt hatása, vízkészletek csökkenése.
- A nagyobb városok kivételével a települések csatornázottságának elmaradottsága, a szennyvíztisztítás alacsony foka.
- Települési hulladékok környezetkímélő lerakásának megoldatlansága.
- A települési környezetvédelem alacsony hatékonysága, a települési környezetpolitika elmaradottsága, helyi környezetvédelmi program hiánya.

Ezeknek a problémáknak az enyhítése, megoldása nemcsak hazai, hanem nemzetközi viszonylatban is egyre sürgetőbb feladat, hiszen a Tisza folyó, valamint annak hullámtere és mentett ártere, a számos, kedvezőtlen, antropogén hatás ellenére is kiemelkedő természeti értéket képvisel. Az eredeti állapotok lehetőségek szerinti visszaállításával, az ökológiai stabilitás növelésével nemcsak saját érdekeinket védjük, hanem hosszú távon a későbbi nemzedékek sorsát is meghatározzuk. A felszíni és felszín alatti vizek védelmében eredményeket elérni azonban csak egész vízgyűjtőkre kiterjedő nemzetközi összefogással lehetséges. Ennek szellemében készült el az Európai Unió új vízügyi politikáját megfogalmazó *Víz Keretirányelv*. Stratégiája a vizek „jó ökológiai állapotának” biztosítása egységes környezeti és vízgyűjtő-területi szabályozási rendszer segítségével. A célok tartalmazzák az ökoszisztémák védelmét, az ivóvízellátást és a gazdasági szektorok vízellátásának fenntartását, valamint az árvizek és az aszályok hatásainak csökkentését.

A vízminőség alakulása

A Tisza vízminőségére vonatkozó rendszeres vizsgálatok az 1960-as évek végén indultak meg a Vízminőségi Felügyeletekhez tartozó, vízvizsgáló laboratóriumok létrehozása révén. Az eltelt időszak alatt a felügyeleti rendszerben számos átalakulás történt, az ellenőrző pontok, a vizsgálati komponensek és gyakoriság többször változott. A Tisza-vízgyűjtő vízminőségének ellenőrzését országos törzshálózati monitoring rendszer keretében 1990 óta a környezetvédelmi főhatóság Tisza-menti területi szervei, a környezetvédelmi felügyelőségek végzik.

A hatósági vízminőségi állapot jellemzéséhez 5 tulajdonság csoport vizsgálatára kerül sor, melyek a következők: az *oxigénháztartás elemei* (A), a *nitrogén- és foszforháztartás jellemzői* (B), *mikrobiológiai jellemzők* (C), *mikroszennyezők és toxicitás* (D), *egyéb jellemzők* (E). A szabványban előírt határértékek alapján 5 vízminőségi osztály különíthető el, *kiváló* (I.o.), *jó* (II.o.), *tűrhető* (III.o.), *szennyezett* (IV.o.), valamint *erősen szennyezett* (V.o.)

kategóriák. A vízminőségi osztályba sorolás alapját az egyes komponensek éves vizsgálati eredményeinek 90%-os tartóssága szabja meg. A minősítés jelenleg az MSZ 12749:1993 szabvány előírásai szerint történik, de „a szabványnak nem tárgya a konkrét vízhasználatok szerinti és a biológiai vízminősítés”... Az EU Víz Keretirányelv bevezetésével a biológiai paraméterek is nagy hangsúlyt kapnak, s így várhatóan a folyó és vízgyűjtőjének ökológiai állapotáról pontosabb, átfogóbb ismereteink lesznek.

Az 1970–1990 közötti időszakban a minősítés a különböző célú vízfelhasználás szempontjából történt. A Tisza vízminősége összességében II.–III. osztályú volt. A szennyezőanyagok közül az UV-olajok, fenolok, növényi tápanyagok, valamint a szervesanyagok mennyisége a jó, illetve tűrhető vízminőségnek megfelelő koncentrációban volt, esetenként szennyezett állapot is előfordult.

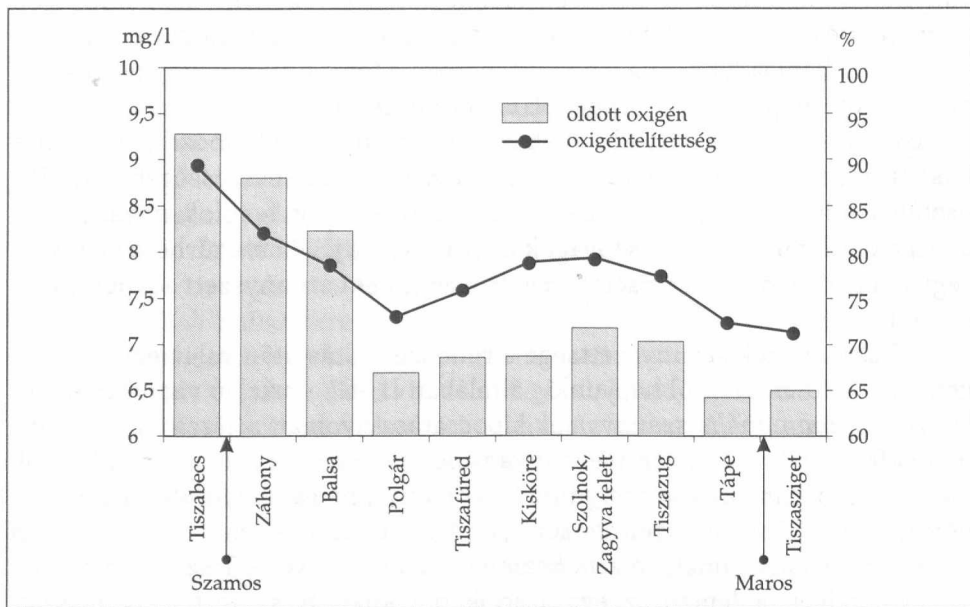
A Tisza vizének szennyezettsége a rendszerváltás után valamelyest csökkent, az 1990-es évektől napjainkig általában II.–III. osztályú vízminőség jellemző. A *kommunális szennyvizek* kibocsátása nyomán a Tisza és az összes mellékfolyó jelentős szennyezőanyag-mennyiséget szállít a vízgyűjtőről, amely elsősorban az *oxigénforgalmi* és a *tápanyagforgalmi mutatók* alakulását befolyásolja. Fontos szennyezőanyag-típust képviselnek a *szervetlen mikroszennyezők*, amelybe a *nehézfémek* is tartoznak. A Tisza vízgyűjtőjén számos helyen jellemző az évszázadok óta kifejtett színesfém-bányászat. Ennek eredményeképpen a Tiszán mindig nagyobb mértékű volt a nehézfém-szennyezés, mint a Duna esetében. A nehézfémek akár oldott fázisban, akár pedig lebegőanyaghoz, üledékhez kötött formában vannak jelen, komoly környezetvédelmi problémát okoznak. Ebből a szempontból főleg a *Tisza felső szakasza veszélyeztetett*, ahol elsősorban a mellékfolyók révén kap ilyen terhelést. A '90-es évek elején a fürdési időszak alatt többször léptek fel más jellegű vízminőségi problémák is, amikor a nagy víz hőmérséklet, alacsony víz-állás, kis vízsebesség együttes hatására a folyó bakteriális szennyezettsége megnőtt, III.–IV. osztályú állapot volt jellemző.

A Tisza vize a belépő *határszelvényben (Tiszabecs)* oxigénben gazdag (44. ábra), kevés szerves szennyezőanyagot tartalmaz (45. ábra), szervetlen növényi tápanyag mennyisége (46–47. ábra) nem jelentős. Az utóbbi évek (1990–2002) adatai szerint a kevés tápanyag következtében a biológiai produkció nagysága nem számottevő, a víz klorofill-a tartalma alacsony (48. ábra). A mikrobiológiai helyzet már korántsem ilyen jó, a határon túli szennyezések miatt időnként nagyszámú *coliform* baktérium mutatható ki a vízben. Hogy ez nem csak időszakos jelenség, bizonyítja, hogy az 1995–2000 közötti időszakban az évi mértékadó értékek szerint a vízminőség IV.–V. osztályú, a ml-kénti telepszám 100–1000, illetve 1000 feletti mennyiséget ér el.

A *Tisza felső szakaszán* a közel azonos vízmennyiségű, de nagyobb szennyezettségű Szamos, valamint a kisebb vízhozamú, de lényegesebben szenny-

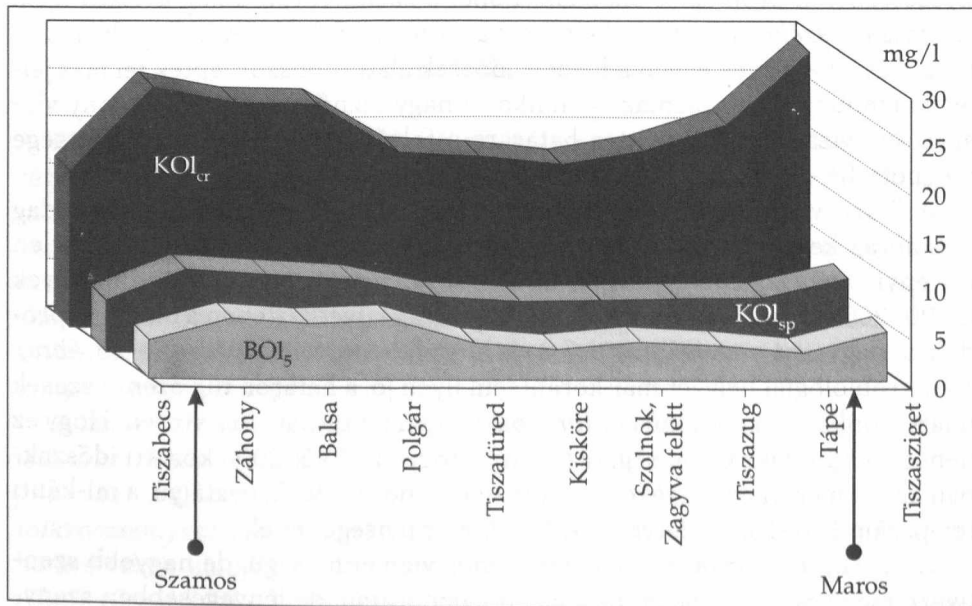
44. ábra

**Oxigénellátottság alakulása a Tiszában
(1990–2002 közötti mértékadó érték – p 90%)**



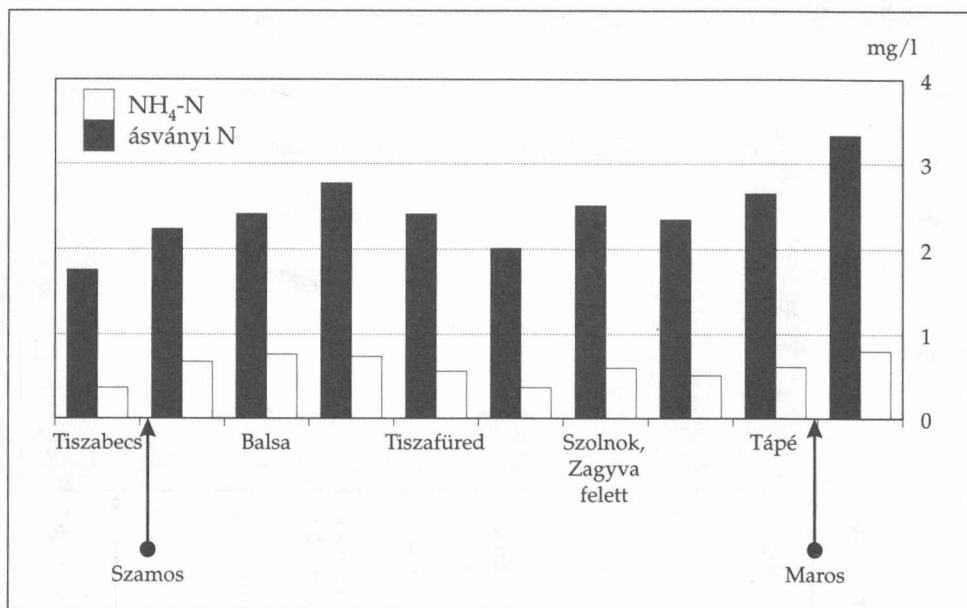
45. ábra

**Kémiai és biokémiai oxigénigény alakulása
(1990–2000 közötti mértékadó érték – p 90%)**



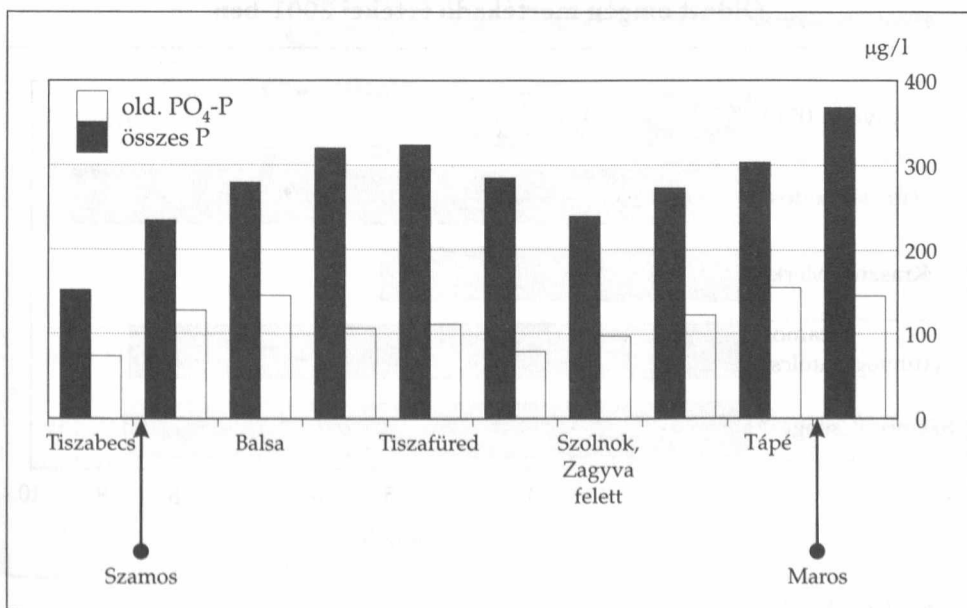
46. ábra

**Ásványi nitrogén alakulása a Tiszában
(1990–2002 közötti mértékadó érték – p 90%)**

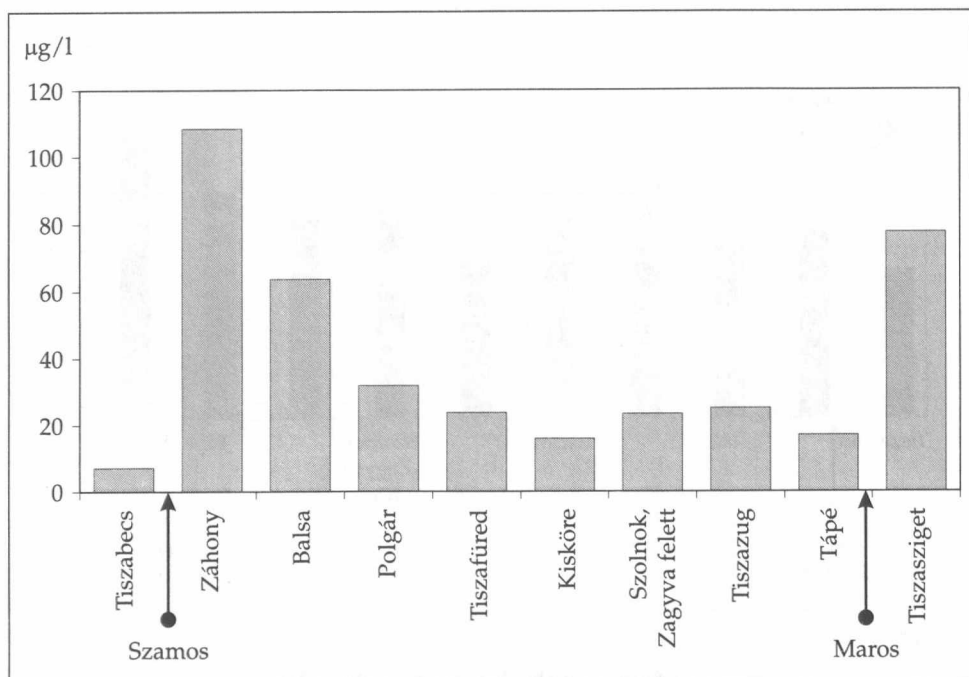


47. ábra

**Foszforformák alakulása a Tiszában
(1990–2000 közötti mértékadó érték – p 90%)**

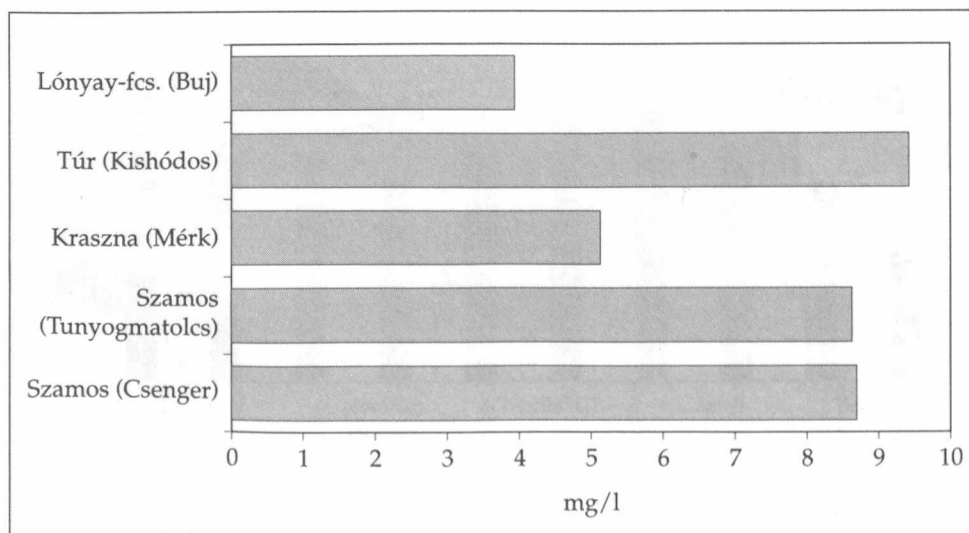


**Klorofill-a alakulása a Tiszában
(1990–2002 közötti mértékadó érték – p 90%)**



49. ábra

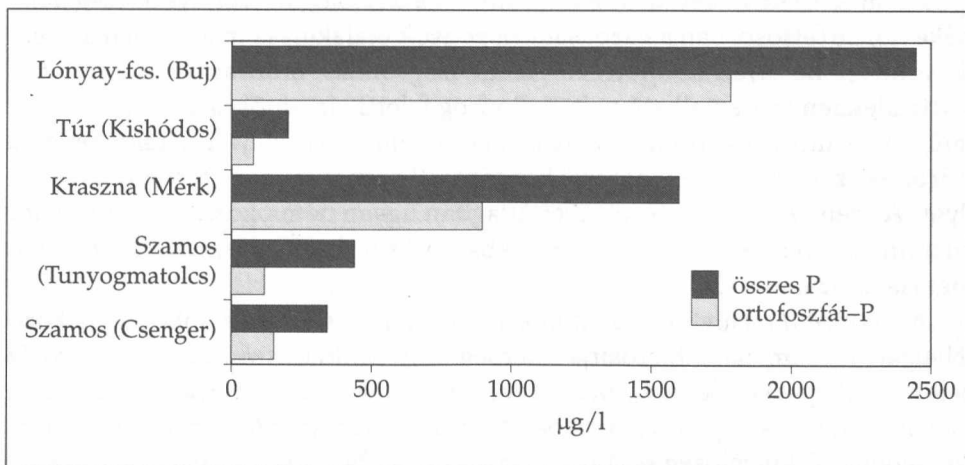
Oldott oxigén mértékadó értékei 2001-ben



Forrás: FETI-KÖFE, 2002.

50. ábra

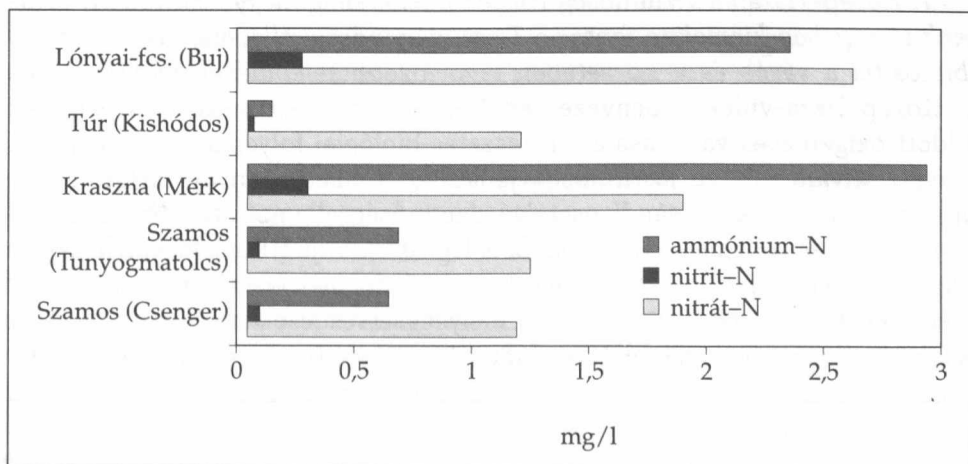
Foszforformák mértékadó értékei 2001-ben



Forrás: FETI-KÖFE, 2002.

51. ábra

Szervetlen nitrogénformák mértékadó értékei



Forrás: FETI-KÖFE, 2002.

nyezetesebb mellékvízfolyások (Kraszna, Lónyai-csatorna) jelentős terheléssel érkeznak az országba (49–51. ábra), hatásukra a Tisza vízminősége romlik.¹ A Szamos és a Kraszna torkolata alatt csökken az oldottóxi-gén-koncentráció (44. ábra) és nő a szerves szennyezettség (45. ábra), növényi tápanyag terhelés (46–47. ábra), és bakteriológiai szennyezettség.

A Tisza állapotát a *Tokaj-Tiszakeszi közötti szakaszon* alapvetően a felső szakasról érkező vízminőség határozza meg. A Sajó vizének hatására a nitrogénformák mennyisége kissé emelkedik, a bakteriológiai szennyezettség mértéke nő, de (elsősorban a gazdasági viszonyok átalakulása miatt) ma már nem következik be olyan számottevő vízminőségromlás, mint amilyen a korábbi évtizedekben tapasztalható volt. A Bodrog feletti vízminőségre évről évre kis mértékű változások, romlás, vagy javulás jellemző. Tiszaújváros térségében a város és az ipari üzemek részéről koncentrált szennyvíz és hőterhelés éri a folyót. A szennyvízbevezetések éves átlagban ugyan nem okoznak kimutatható vízminőségromlást, de nyári időszakban a hőterhelés jelentős kedvezőtlen hatásával számolni kell.²

A *Tiszántúl* területén ágazik ki a Tiszából a Keleti- és az abból táplálkozó Nyugati-főcsatorna, s biztosítja a térség szántóföldjei számára az öntözővíz jelentős hányadát, illetve Debrecen ivóvizének egy részét. Ugyancsak a Tiszából nyeri vizének egy részét a szabályozott Hortobágy is. A Tiszántúli Környezetvédelmi Felügyelőség adatai szerint a *Tisza Tiszalöknél*, valamint a *Keleti-főcsatorna és a Nyugati-főcsatorna* közepesen szennyezett, azaz tűrhető vízminőségi állapotúak. A kisebb vízfolyások, így a *Hortobágy*, a *Kösely* viszont IV. illetve V. osztályúnak azaz szennyezettnek, illetve erősen szennyezettnek tekinthetők a mértékadó értékek alapján.³

A *Közép-Tiszán* a vízminőség Polgártól Szolnokig kiegyensúlyozott. *Szolnok térségében kiemelten fontos a Tisza vízminőségi állapota, hiszen a folyó biztosítja a város és a körzetében lévő kisebb települések ivóvízbázisát.* A Közép-Tisza-vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség mérései szerint az oldott oxigén éves változása a természetes biológiai folyamatok intenzitását követi, kiváló, illetve jó minőség jellemző. A szervesanyag-tartalomra a hosszútávú adatsor alapján II. osztályú vízminőség jellemző (45. ábra). A növényi tápanyagháztartás szempontjából is legtöbbször jó (II. o.), kisebb gyakorisággal tűrhető (III. o.) a vízminőség. A nitrogénformák éves változása ciklikus (téli maximumok; nyári minimumok), melyet eseti csúcsok tarkítanak.⁴ A Tisza szolnoki, Zagyva torkolat feletti szelvényében javuló tendencia figyelhető meg:

Komponens	1986	1998	1999	2000	2001
Oldott oxigén (mg/l)	9,51	9,78	9,61	9,15	9,71
KOI _k (mg/l)	26,5	14,07	12,0	13,0	11,0
Nitrát (mg/l)	1,849	1,11	1,15	1,05	0,96
Összes foszfor (µg/l)	367,3	173,0	184,0	151,0	165,0
Ortofoszfát (µg/l)	86,7	38,0	43,0	46,0	43,0

A klorofill-a értéke alapján szintén jó (II. osztályú) állapot jellemző, azaz a 25 µg/l mennyiséget nem haladja meg. A mikrobiológiai paraméterek II.-III.

osztályú vízminőséget jeleznek. A szerves- és szervesetlen mikroszennyezők között a területen a kőolaj és termékei a meghatározóak, szennyezett, IV. osztályú minőséget mutatnak. Szolnoknál torkollik a folyóba a *Zagyva*, melynek vízminősége a tűrhető és a szennyezett kategória között ingadozik, szervesanyag-tartalma, valamint bakteriális szennyezettsége időnként nagyobb arányú is lehet. Kis vízhozama miatt azonban a Tisza vízminőségét számottevően nem befolyásolja.

A magyarországi vízgyűjtő déli részén a hosszútávú adatsor alapján a folyó vízminősége Tápeig a Hármas-Körös vízgyűjtőjén lévő kisebb mellékvizek, valamint a befolyó szennyvizek hatására szervesanyagban és növényi tápanyagban kismértékben dúsul.⁵ A *drasztikus vízminőség változás* a Maros torkolata alatt következik be (45–47. ábra), a Tisza szennyezettebbé (III.–V. o.) válik szinte valamennyi vízminőségi mutatócsoportot tekintve. A Maros jelentős terheléssel érkezik az országba, nagy vízhozama miatt a Tisza vízminőségét, élővilágát döntően befolyásolja (48. ábra).

Az egész magyarországi szakaszra elmondható, hogy a közvetlen bevezetések mellett a Tisza hidrodinamikai, természeti, környezeti sajátágaiból következően vízminőségének alakulásában igen nagy szerepe van a *vízjárás viszonyoknak*, az *áradásoknak* is. A hullámtérrel és az ártérrel történő bemosódások által a *szennyezettség mértéke nő*, különösen a *szervesanyagok*, az *oldott vas* és egyes *foszforformák tekintetében*. Sok szennyezőanyag *lebegőanyaghoz kötött* formában jelentkezik, amely az árhullám levonulása után kiüledve az eredeti szennyezőforrástól távolabb is okozhat vízminőségi problémákat.

A biológiai vízminőség alakulása

A jelenlegi országos monitor-hálózati rendszer keretében a felszíni vizek biológiai minősítésére nem kerül sor. A biológiai vízminőségre mutató paraméterek közül csak a szaprobitási index, valamint a klorofill-a mennyiségére vannak rendszeres adatok, egyéb komponensek vizsgálata csak eseti gyakorisággal történik. A *szaprobitási viszonyok* alapján kiváló (I. o.) és jó (II. o.) állapot regisztrálható, ritkán mutatható ki III. osztályú vízminőség. Sok kritika éri a szaprobiológiai minősítést, mivel az alkalmazott módszerrel (Pantle-Buck index) és határértékekkel nem lehet markáns különbségeket tenni az egyes Tisza-szakaszok között.

A Tisza és a mellékfolyók *növényi tápanyag mennyisége bőséges* kínálatot biztosít az elsődleges termelés számára. Ennek következtében a tározás, a vízsebesség lelassulása *eutróf állapotokat* eredményezhet még akkor is, ha a folyóban jelentős a természetes tisztulás mértéke.

Az *évszakos változások* és a *vízjárás viszonyok* hatására a folyó hossz-szelvénye mentén a klasszikus kémiai komponensek alapján csak kisebb eltérések

mutathatók ki, azonban az ökológiai/biológiai komponensek markánsabb változásokat jeleznek. A téli, valamint a vegetáció-periódus alatti időszakban gyakran egy-két vízminőségi osztályugrás is bekövetkezik, amely az *éghajlati tényezők*, az *ökológiai-biológiai hatások*, valamint *élő szervesanyag terhelés* együttes hatásának a következménye. *Kisvízi időszakban*, amikor a folyó vízsebessége nagy mértékben csökken, a fitoplanktontömeg jelentős része a tiszalöki duzzasztott szakaszon kiülededik. Ez hosszan tartó, meleg, csapadékmentes időjárás mellett, mint amilyenek az 1990–1992-es években voltak, komoly vízminőségi problémákat okoz. A folyó élővilágában, kémiai és biológiai jellemzőiben ez alatt a néhány hét alatt számottevő változások játszódnak le. A fenékre lesüllyedő alगतömeg azt eredményezi, hogy a vízben végbemenő lebontási folyamatok az anaerob viszonyok felé tolódnak el. A különböző természetes és mesterséges ökológiai hatások összegződése a folyó *duzzasztott térségében kedvezőtlen oxigénellátottságot* okoz.

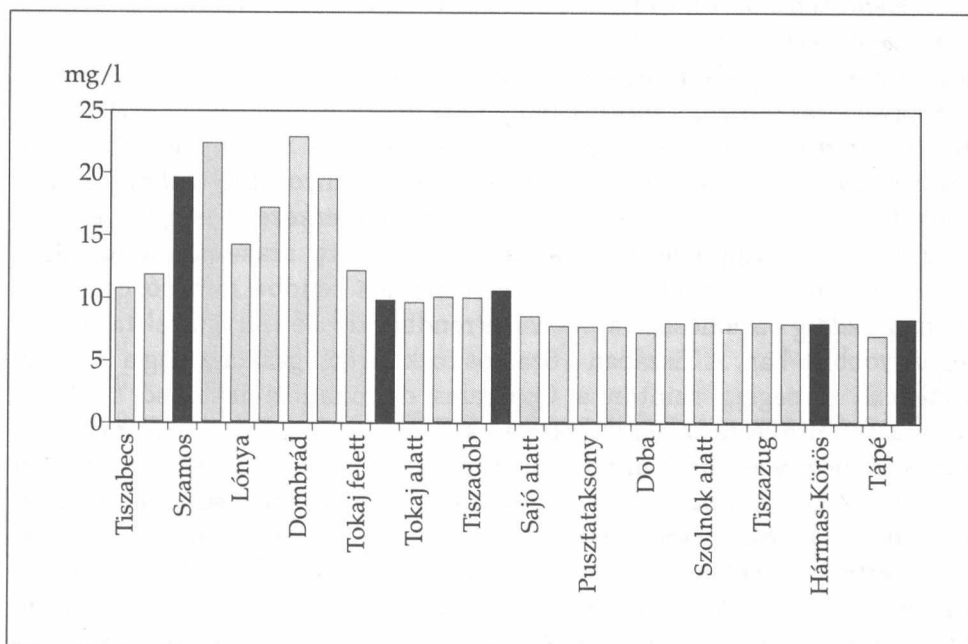
A Szamos vízmennyisége, valamint vízminősége révén nagymértékben meghatározza a torkolata alatti folyószakasz állapotát. Az 1990-es évek elején (1991, 1992, 1994) nyári, kisvízes időszakban ismétlődően jelentkeztek olyan *rendkívüli vízminőségi helyzetek*, amikor a hidrológiai, meteorológiai, valamint ökológiai tényezők együttes hatására *kritikus állapot alakult ki a Szamos torkolatától Tiszalökig*.⁶ A magas vízhőmérséklet, a duzzasztás révén lelassult vízmozgás, a Szamoson érkező nagy alगतömeg, valamint a gazdag tápanyagkínálat miatt az alganépeség a Tiszában is százmilliós nagyságrendűre növekedett, a víz oldott oxigén telítettsége szélsőséges napi ingadozást mutatott (20–180%). Az *alga-túlprodukción* a népeség összeomlását követő lebomlási időszakban több héten át tartó *oxigénhiány* követte, amely hosszú szakaszon éreztette hatását. Ez az állapot a meteorológiai, hidrológiai, ökológiai tényezők együttes hatására nyáron bármikor kritikus vízminőséget eredményezhet. A „meleg” napokon felgyorsuló algásodás az oldott oxigéntartalom rohamos csökkenéséhez és ezáltal a vízi élőrendszerek (pl. a halállomány) rohamos pusztulásához vezet(het). A haváriahelyzet megelőzése a terhelések csökkentésével, kialakulása után pedig elsősorban vízkormányzati eljárásokkal szabályozható.

A hosszútávú adatsorok szintén azt mutatják, hogy a Szamos által szállított nagy alगतömeg hatására a torkolat utáni szakaszon rendkívüli mértékben megnő a *klorofill-a* mennyisége (48. ábra), IV.–V. osztályú vízminőség jellemző. A növényi tápanyagok koncentrációjának emelkedése a folyó hossz-szelvénye mentén szintén megfigyelhető (3–4. ábra). Az év nagy részében *bő táplálékellátottságú* Tisza vízben bizonyos környezeti feltételek mellett – jó fényviszonyok, bizonyos hőmérséklet, mellékfolyók hatása – *nagy alga- és zooplankton-állományok* fejlődnek ki, *eutróf hullámok* jelentkeznek.

Az egész magyarországi Tisza-szakasz jellemző képét mutatja egy 1995 augusztus-szeptemberében végzett hossz-szelvény vizsgálat, melynek során a

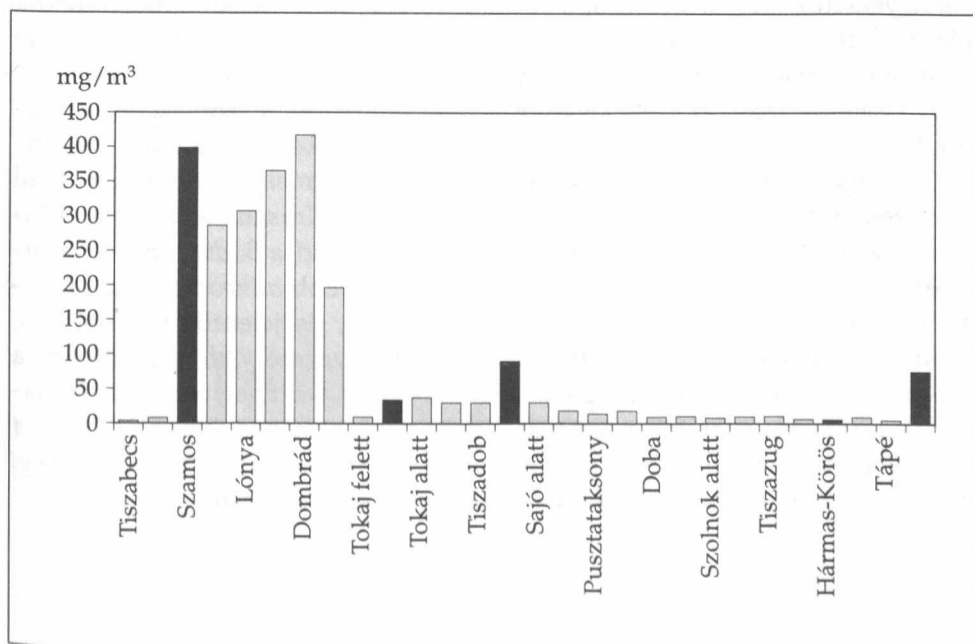
52. ábra

Oldottoxigén-tartalom a Tiszán és mellékfolyóin (1995. 08. 23.–09. 27.)



53. ábra

Klorofill-a tartalom a Tiszán és mellékfolyóin (1995. 08. 23.–09. 27.)

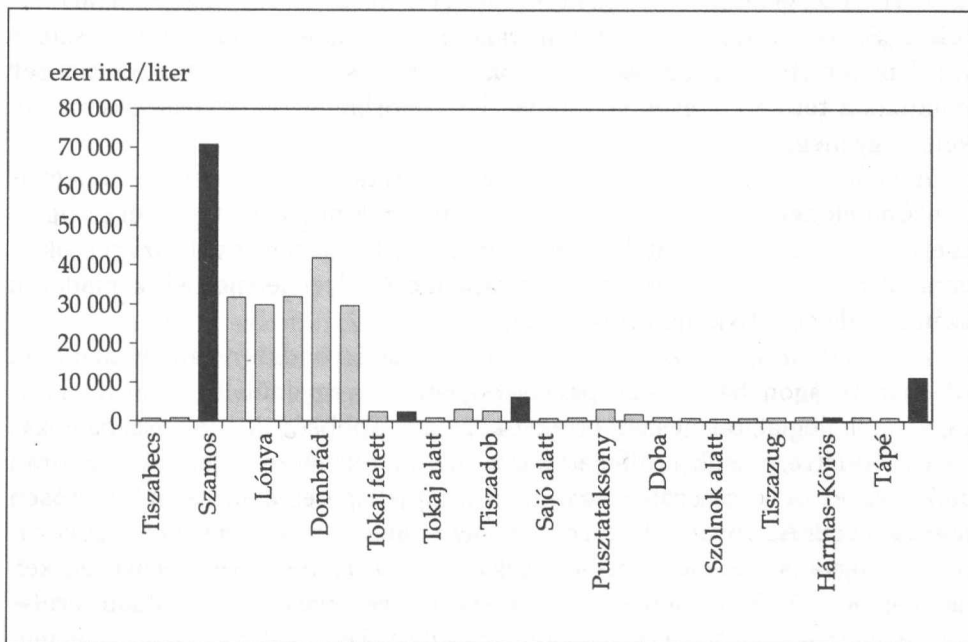


Tisza 23 szelvényében történtek felmérések. A kapott eredmények szerint a folyó felső szakaszán a planktonszervezetek egyedsűrűsége alacsony. A *Szamos jelentősen átalakítja a Tisza élővilágát*, torkolata alatt a *klorofill-a* mennyisége nagy mértékben emelkedik (53. ábra). A Tiszába kerülő nagy alga-tömeg fotoszintetizáló tevékenysége következtében az *oldott oxigén* mennyisége is nő a nappali órákban (52. ábra), a telítettség gyakran meghaladja a 100%-ot. A *fitoplankton* elemzések azt bizonyítják, hogy a Szamoson érkező élő szervesanyag terhelés nemcsak a mennyiségi viszonyokat (54. ábra) befolyásolja, hanem a minőségi összetételt, a *planktonszerkezetet* is egyértelműen megváltoztatja. Míg a felső-Tiszán a Szamos feletti szakaszon a zöldalgák (*Chlorophyta*), valamint a kovaalgák Pennales rendbe tartozó csoportja dominál, addig a Szamosban a *Centrales* rendbe tartozó szervezetek találhatók legnagyobb %-ban. A Tiszában a Szamos torkolatától gyakorlatilag a tiszalöki vízlépcső térségéig szintén a *Centrales* dominancia jellemző a planktonösszetételre. A *tiszalöki duzzasztás*, a *vízsebesség csökkenése*, a *tartózkodási idő megnövekedése* mind a mennyiségi, mind a minőségi viszonyokat megváltoztatja. A fitoplankton tömeg jelentős része kiüledik, ugyanakkor megváltoznak a dominancia viszonyok is. A *Centrales* kovaalgák dominanciája nagymértékben csökken, a folyóban megnő az eutróf szervezetek (*Pyrrophyta-Cryptomonas*, *Rhodomonas* fajok -) aránya. A Tisza középső szakaszán szintén ezek a viszonyok jellemzőek. A Maros fitoplankton-összetétele hasonló a Szamoséhoz, s szintén jelentősen befolyásolja a Tisza planktonikus élővilágát. A *zooplankton* szervezetek vizsgálata során hasonló változások, összefüggések figyelhetők meg, mint a fitoplankton esetében. Itt is megkülönböztethetők a Szamos feletti Felső-Tisza, a Szamos torkolata alatti szakasz, a tiszalöki duzzasztómű térsége, valamint a középső- és alsó Tisza-szakasz (55. ábra).

A Tisza jelentősebb *mellékvízfolyásainak minőségét* a szomszédos országok területén folytatott ipari és mezőgazdasági tevékenység, a csatornázottság és szennyvíztisztítás mértéke határozza meg. A mellékvízfolyások közül az esetek többségében *igen szennyezett a Szamos, a Kraszna, a Berettyó*, valamint a *Maros, alkalmanként a Túr, a Bodrog, a Hernád, a Bódva, az Ér-csatorna és a Sebes-Körös*. A *Sajó* vízében időnként nagyobb *mikrobiológiai szennyezettség* tapasztalható. A kisebb kisvízhozamú, de jelentős mennyiségű, különböző hatásfokkal tisztított szennyvizeket elvezető vízfolyások, mint a Lónyai-csatorna, a Hangony-patak, Szinva-patak, az Eger-patak, a Tarna-patak, a Zagyva, valamint a Hármas-Körös vízgyűjtőjéhez tartozó Kösely, a Hortobágy-főcsatorna és az Élővíz-csatorna elsősorban *helyi vízminőségi problémákat* jelentenek, regionális változásokat nem okoznak.

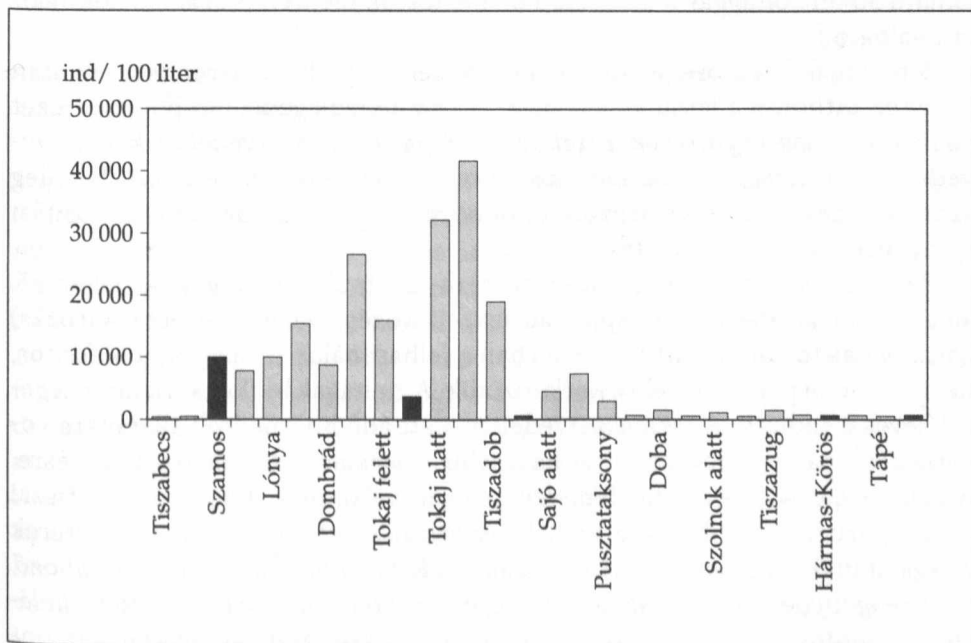
54. ábra

Fitoplankton-mennyiség a Tiszán és mellékfolyóin (1995. 08. 23.–09. 27.)



55. ábra

Zooplankton-mennyiség a Tiszán és mellékfolyóin (1995. 08. 23.–09. 27.)



Tavak, holtágak, víztározók

A Tisza-vízgyűjtőn nagyobb kiterjedésű természetes állóvizek nem találhatók. A Felső-Tiszán, a Tiszántúlon, valamint az Alsó-Tiszán található *szikes tavak* nem tartoznak szorosan a folyóhoz. Számos *halastó*, illetve tórendszer működik a területen, ezek vízminősége elsősorban az adott hasznosításnak kell, hogy megfeleljen

A legutolsó, ismert természetes Tisza-menti táj a 18. sz. végi állapot legjellemzőbb élőhelytípusa, a *mocsár*. Területarányuk ma nagyon csekély, szigetszerűen, erősen fragmentáltan fordulnak elő. Ha sekély, nyílt vízi részek is vannak bennük, különösen értékes táplálkozóhelyet jelentenek a madarak számára, de kételtű faunájuk is gazdag.

A 19. században alakult ki a Tisza folyó *holtágrendszere*, amely nemcsak Magyarországon, hanem európai viszonylatban is egyedülálló természetföldrajzi, tájökölógiai, természeti értéket képvisel. Többségük a folyószabályozás révén jött létre, mások a túlfejlett kanyarulatok természetes lefűződése során alakultak ki. A Tisza-szabályozás után a táj jellege és adottságai jelentősen megváltoztak. Az anyamedertől elváló folyószakaszok, holtágak új életet kezdtek élni, ugyanakkor mégis megőrizték a korábbi, természetes környezetüket, élővilágukat. A Tisza jelenlegi hullámtere, illetve egyes mentett oldali területei, elsősorban a Felső-Tisza-vidéken az egykori Tisza-ártér változatos természeti rendszereinek kiemelkedő gazdagságát őrizték meg. A Tisza-völgyben összesen *80 darab 4 ha-nál nagyobb* területű holtág van, szemben a Dunán található 30 db holtággal, s emellett a mellékfolyók mentén is számos holtmeder található.⁷

A holtágak jelentőségét sokáig alulértékelték, pedig a vízrendezések után itt leltek otthonra a lassú vízmozgást, sekély, felmelegedő, iszapos medreket kedvelő élővilág-együttesek. *Értékük ökológiai, természetvédelmi, környezetvédelmi, gazdasági, rekreációs szempontból is felbecsülhetetlen.* Jelenleg azonban ezek a vízterek nagyon különböző állapotúak, sokféle hasznosítási igénybevételnek vannak kitéve.

Rendszeres vízminőség-vizsgálat csak azoknál a holtágaknál jellemző, amelyeknél gazdasági (főképp halászat, öntözés, belvízelvezetés, tározás) hasznosítás történik, s itt is elsősorban a felhasználás szempontjából fontos, fizikai, kémiai paraméterekre korlátozódik. A holtágak biológiai vízminőségéről keveset tudunk. A természetvédelem alatt álló holtmedrek állapotára vonatkozóan sajnos még ennél is kevesebb vizsgálati adat áll rendelkezésre. A 2000. évi cianid- és nehézfém-szennyezés, valamint azt követő nagy tiszai árvíz „pozitív” mellékhatása volt, hogy ráirányította a figyelmet e vízterek vizsgálatának fontosságára. *A holtágak ökológiai állapota nagyon különböző, sokféle igénybevételnek vannak kitéve, emberi hasznosításból eredő terhelésük is jelentős.* Egy részük erősen beépített, szennyezett, partig szántott, ön-

tözőművekkel, üdülőterületekkel terhelt. A hullámtérik jobb állapotúak, a rendszeres elöntés elősegíti fennmaradásukat.

Általánosságban lehetetlen meghatározni, hogy melyik típusú igénybevétel milyen mértékben jelenjen meg a holtágak hasznosításában. Mindenképp kerülni kell a komplex hasznosítást. A legfontosabb szempont a fenntarthatóság, vagyis a használat miatt nem szabad, hogy romoljon a holtág természeti vagy környezeti állapota, sőt, több holtág esetén ezek jelentős javulására lenne szükség.⁸

A Tisza magyarországi vízgyűjtőjén két duzzasztómű található, Tiszalöknél és Kiskörénél. Ez utóbbihoz tározóteret is kialakítottak. A *tiszalöki duzzasztás* biológiai vízminőséget befolyásoló hatása elsősorban a nyári kisvízes időszakban jelentős, ekkor inkább rontja a vízminőséget. A *Kiskörei vízlépcső felett található a 127 km²-es tározótér*. A tározás hatására a Tisza eredeti élővilága átalakult, s jelenleg a mozaikos növény-és állatvilág jellemző. Állapotára a folyamatos, *lassú feltöltődés* jellemző, a növényzettel fedett és a nyílt víz aránya megközelítőleg 60-40%. Az üzemeltetéstől függő vízszintingadozások az igazi állóvízzé alakulást jelentősen befolyásolják. A *szakaszos üzemeltetés* során ősszel a tározó leürítésre kerül. Télen a meder jelentős része szárazon marad, a vízben lejátszódó kémiai és biológiai folyamatok megszakadnak. Az élővilág egy része elpusztul, más része a télen is vízborítással rendelkező mélyebben fekvő területekre (folyó- és patak medrek, holtágak, morotvák, anyagnyerő helyek) húzódik vissza. A tavaszi feltöltéskor elsősorban a Tisza-víz összetételétől függő történések dominálnak, de az említett mélyedéseknek, mint áttelelő rezervoároknak fontos szerepük van a környező területek újranépesülésében. Így a speciális, szakaszos üzemjelleg, az őszi leürítés utáni szárazra kerülés, majd a tavaszi feltöltést követő vízborítás a *tározó ökológiai állapotában sajátos időbeli ritmust* eredményez.

Ugyancsak fontos és egyedi sajátosság a *Kiskörei-tározó medencékre való tagolódása*, fiziognómiailag egymástól eltérő jellegű területek kialakulása, melyekben a nagy nyíltvízes térségek mellett a makrofitával borított részek aránya nagyon különböző. Így a vegetációperiódus időszakában a nyíltvízes és növényzettel fedett területek vízminőségében sajátos térbeli elkülönültség, mozaikosság alakul ki. A tározói *életközösségek tér- és időbeni változatossága, heterogenitása* fontos és jellemző tulajdonság.⁹ A térbeni heterogenitás fenntartása kiemelkedő jelentőségű a *biodiverzitás* szempontjából is. A medencék vízminősége II.-III. osztályú, a mikrobiológiai szennyezettség nem nagy, I.-II. osztályú minőség jellemző. A tározóba közvetlen szennyvízbevezetés nem történik, legnagyobb terhelését a tápláló vízfolyásokon (Tisza, Eger-patak, Laskó-patak) keresztül kapja. Fő hasznosítási funkciói: öntözővíz biztosítás, vízminőségvédelem (lásd. 2000. évi cianidszennyezés), természetvédelem (Ramsari terület), ökoturizmus, víziturizmus, vízisportok, horgászat. Hasznosítása a vízfelületenként elkülönülő medencékben más-más jellegű.

2002 nyarától a fürdési idényben kétheti gyakorisággal történnek vízminőség ellenőrző mérések. Az eredmények a <http://kotikvf.ktm.hu/tiszato/index.html> honlapon bárki számára hozzáférhetőek.

További feladatok

A folyó megfelelő ökológiai állapotának fenntartásához, kedvező vízminőségének biztosításához olyan intézkedések szükségesek, amelyek hosszú távra biztosítják a Tisza-völgy sajátos élőhelyeinek, ökológiai, természetvédelmi szerepének fennmaradását.

Néhány fontos feladat a sok közül:

- Határvízi egyezmények keretében a mellékfolyókon érkező terhelések mérséklése.
- Teljes vízgyűjtőre kiterjedő, pontos szennyezőforrás felméréseken alapuló közös kárelhárítási tervek készítése.
- Határszelvényekben automata mérőállomások és riasztórendszerek üzemeltetése.
- A koncentrált, valamint diffúz szennyvízterhelések csökkentése, megfelelő kapacitású szennyvíztisztítók építése és üzemeltetése.
- A veszélyes üzemekre, technológiákra katasztrófavédelmi és vízminőségi kárelhárítási ütemi tervek készítése.
- Kritikus időjárási és vízminőségi viszonyok mellett a tiszai vízlépcsők rendkívüli üzem módja.
- Kisvizes időszakokban összehangolt vízkormányzási, vízgazdálkodási intézkedések megtétele.

Ahhoz, hogy a Tisza menti területek alapvető ökológiai jellegzetességeikkel együtt hosszabb távon fennmaradhassanak, szemléletváltás szükséges. *A folyó csak a teljes vízgyűjtő védelme, a hozzá kapcsolódó ökológiai hálózat kiépítése esetén őrizhető meg.* A Tisza-völgyben az egész vízgyűjtőre vonatkozóan – azaz nemzetközi szintű és a szomszédos országokkal is összehangolt – új folyószabályozási, vízgazdálkodási és védelmi koncepció kidolgozására van szükség, különös tekintettel a vízgyűjtő átfogó környezet- és természetvédelmi, ökológiai használati szabályainak szerződéseken ill. törvényekben való rögzítésére. A Tisza mente természeti és környezeti állapotát folyamatában figyelő, értékelő és ellenőrző monitoringhálózatot kell kialakítani, – különös tekintettel a szerves és szervesetlen mikroszennyezők folyamatos mérésére, a biológiai vízminősítés fejlesztésére.

Vízellátás, csatornázás, szennyvízhelyezés

Vízellátás, szennyvíztisztítás

A Tisza menti települések között a csatornázottság mértéke igen eltérő. Csak néhány nagyobb városban haladja meg a 70%-ot a közcsatornába kötött lakások aránya (Nyíregyháza, Debrecen Szolnok), a kis települések legtöbbszörében pedig egyáltalán nincs csatornázottság (57. ábra). A vízellátás-csatornázás mértéke térségenként változó, a csatornázottság és a szennyvíztisztítás elmaradottsága az alapvető környezeti gondok közé tartozik.

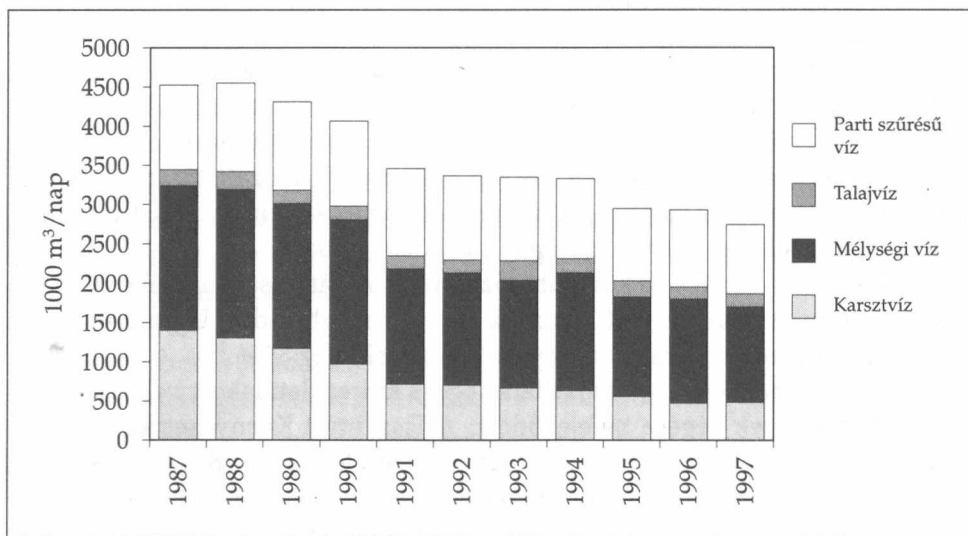
A Felső-Tisza vidéken a közműhálózattal való ellátottság mértéke 1995 óta folyamatosan emelkedik, 2001-ben az 55%-ot meghaladta. Ugyancsak nő a közcsatornára kötött lakások aránya is, amely jelenleg 35%.¹⁰

A Tiszántúlon a közüzemi vízellátás egyes külterületi lakott helyek kivételével a '70-es évek végére befejeződött: A Tiszántúli Környezetvédelmi Felügyelőség működési területéhez tartozó 82 település közül 28 településen van szennyvíztisztító és szennyvízcsatorna-hálózat. A lakások közcsatornára történő rákötése 36,2%-os, mely az országos átlagot (49,6%) nem éri el. Ez az arány a települések között egyenlőtlenül oszlik meg. Debrecenben 71,4%-os, a városokban 47,8%-os, a többi településekben 4,0%-os.

A Közép-Tisza-vidéken a települések vízellátása gyakorlatilag 100%-ban megoldott. Szolnok és a vonzáskörzetében lévő települések esetében a vízellátás vízbázisa a Tisza folyó, egyéb esetekben a geológiai adottságoknak megfelelő mélységű védett vízadó réteg. A vízfogyasztás a rendszerváltás óta nagymértékben visszaesett, de így is a szolgáltatott összes vízmennyiségből csak 50% kerül szennyvíz formájában vissza a települési szennyvíztisztító telepekre. A Közép-Tisza vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség működési területén a települések több mint 40%-a van csatornahálózattal ellátva, illetve megoldott a szennyvíz tisztítása és elvezetése. A telepek többségénél mechanikai és biológiai tisztítás folyik, három telep kiépítettsége lehetővé teszi a foszfor és nitrogén eltávolítását. A szennyvízcsatorna-hálózat és a szennyvíztisztító telepek építésének üteme az utóbbi időszakban jelentős mértékben növekedett. Mindezek mellett igen magas továbbra is a közcsatornával ellátott, de be nem kötött lakások száma. A 32 000 m³/nap kapacitású szolnoki regionális szennyvíztisztító telep üzembe helyezésével több intézmény megszüntette közvetlen tiszai szennyvízbevezetését a közcsatornára való áttéréssel, mint pl. a Hetényi G. Kórház, a Dohányfermentáló, folyamatban van a Papírgyár Rt. és a Cukorgyár Rt. kommunális szennyvízeinek az átkötése is.¹¹

Az Alsó-Tisza-vidéken a nagyobb városokban 35–70% között van a közcsatorna-hálózatba bekapcsolt lakások aránya, jelentős a 10–35% mértékű csatornázottság (57. ábra). Ebben a régióban is elég nagy számban találhatóak 10% alatti, vagy egyáltalán nem csatornázott települések.¹²

Vízellátás a felszín alatti vizekből, típus szerint, 1987–1997



Forrás: www.ktm.hu/kony/allapot/

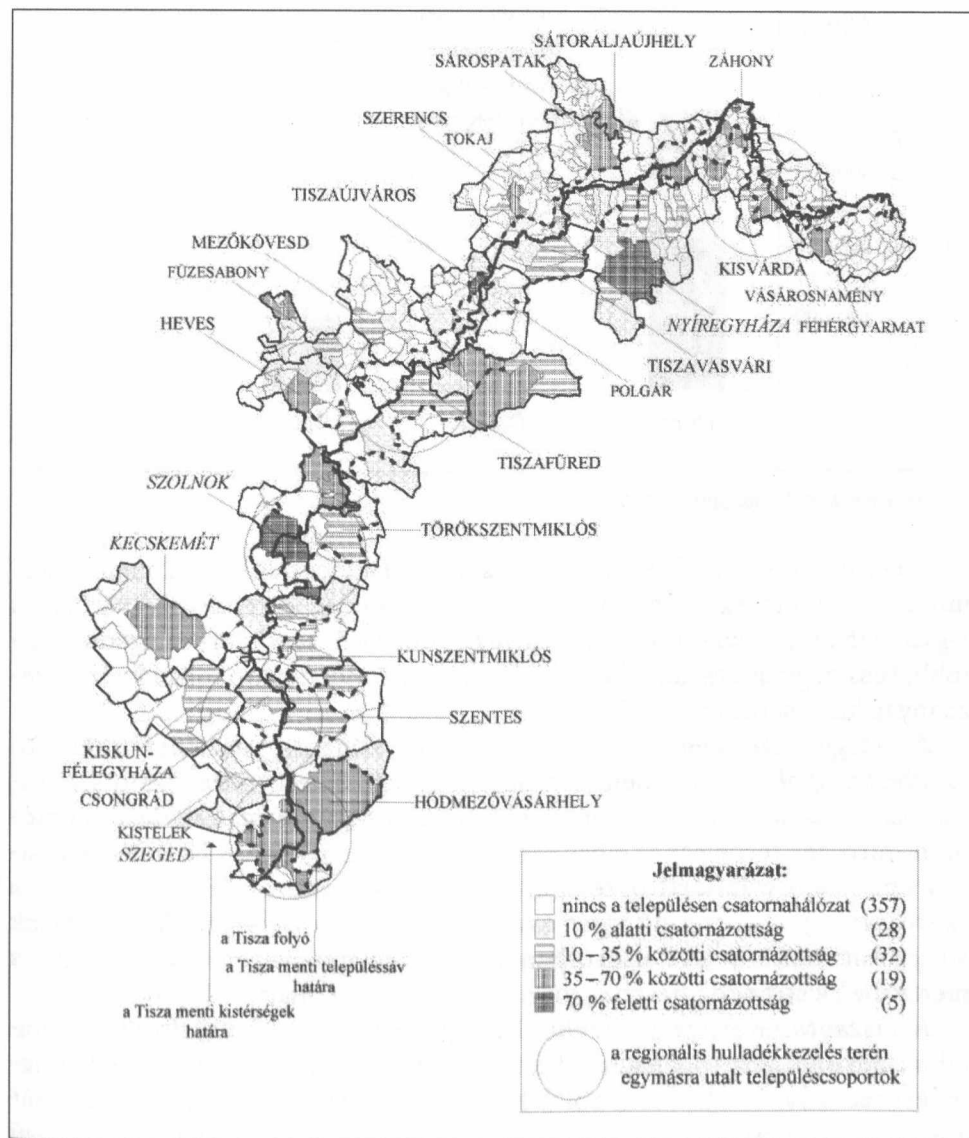
Úízfolyások szennyezőanyag-terhelése

A háztartási és az ipari szennyvíz vízfolyásokba történő kibocsátása a *nagyobb városokra és az ipari területekre összpontosul*. Az 1970-es évek második felétől a felszíni vizek terhelése országosan csökkenni kezdett. Az 1990-es években az ipari tevékenység visszaesése nyomán kisebb arányú lett a felszíni vizekbe történő ipari kibocsátás is. Országos viszonylatban 1997-ben a teljes terhelés legnagyobb része a Duna vízgyűjtőjén, a fennmaradó rész a Tisza vízgyűjtőn, s csak igen kis %-nyi rész a Dráva vízgyűjtőjén jelentkezett (58. ábra).

A felszíni vizek szennyezésében a kibocsátott szennyvíz mennyisége alapján a *lakossági, közösségi, intézményi szféra* mellett a másik nagy kibocsátó az *ipar*. A Tisza-völgyben az élelmiszeriparon és a villamosenergia-iparon kívül a gépipar, a vegyipar, a bányászat, a fafeldolgozó- és papíripár kibocsátása is meghatározó tényező, régióként eltérő arányban jellemző.

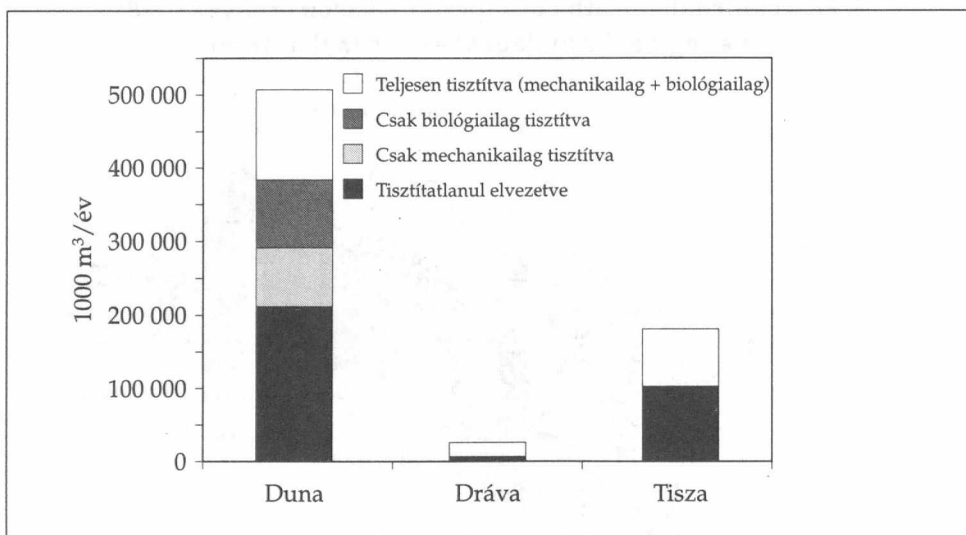
A *Felső-Tisza területén* csak néhány nagyobb ipari üzem található, de ezek szennyvízkibocsátása és szennyezőanyag-terhelése a települési szennyvíztisztítókhöz képest alacsony. Mezőgazdasági tevékenységből, állattartásból származó szennyvíz, hígtrágya ebben a térségben nem kerül felszíni befogadóba. A Tisza és a fontosabb mellékfolyók (Szamos, Kraszna, Túr) vízminőségét a hazai szakaszon történő szennyvízbevezetések jelentős mértékben nem befolyásolják. A terület kisvízfolyásainak és belvízrendszereinek szerves-

**A környezetvédelem két kulcsterületének reprezentálása:
A közsatsornahálózatba bekapcsolt lakások aránya (1998),
és a regionális hulladékkezelés távlati terei**



Forrás: Kiss Attila, MTA RKK ATI

anyag-, lebegőanyag-, nitrogén- és foszforterhelése a települési tisztítótelepekről kibocsátott tisztított vizek minőségének függvénye.¹³

A felszíni vizekbe vezetett szennyvíz mennyisége vízgyűjtők szerint, 1997

Forrás: www.ktm.hu/korny/allapot/

A Felső-Tisza vízgyűjtő területén a szennyvízkibocsátók mind mennyiségi mind pedig minőségi szempontból a *Lónyay csatorna vízrendszerét terhelik a legnagyobb mértékben* (56%). A Lónyay csatorna vízrendszerhez hasonlóan a többi részvízgyűjtő területeken is a városi szennyvíztisztító telepek szennyezőanyag kibocsátása a döntő.

A vizsgált szennyező anyagok közül az oxigénfogyasztással mérhető *szervesanyagok* tekintetében a korábbi évekhez képest nincs jelentős változás. Az eutrofizálódás szempontjából fontos *nitrogénformák* közül az ammónium-nitrogén terhelése az előző évekhez képest csökkent. A Nyíregyháza város két szennyvíztisztító telepéről távozó tisztított *szennyvizekben a szervesanyag, az összes nitrogén és a foszforterhelés a jelentős*. A vízfolyások só- és nátriumterhelése elsősorban a nyári hónapokban növekszik jelentős mértékben a strandok használt vizeinek bevezetése miatt.

A Tiszántúli Környezetvédelmi Felügyelőség területén 90 db szennyvíz-kibocsátó okoz vízterhelést. Ezek közül 12 db nagyipari telephely, 32 db települési szennyvíztisztító. Utóbbiak kapacitása 90 ezer m³/nap, kihasználtságuk 70% (Debrecen 95%). Debrecen város 40 ezer m³/nap kapacitású biológiai szennyvíztisztító telepét intenzifikálják. Ezen a telepen hatékonyan működik az iszaprohasztó is. A szennyvíztisztító telepek létesítésével, fejlesztésével csökkent a szennyvízkibocsátás és felszíni vízszennyezés. Csekély mértékben javultak a vízminőségi jellemzők. A felszíni vízfolyások közül Debrecen szennyvize miatt a *Kösely terhelése a legnagyobb*, ezt köve-

20. táblázat

**Szennyezőanyag-kibocsátások vízgyűjtő területenkénti összesítése
a Felső-Tisza-vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség (Nyíregyháza)
területén**

Vízgyűjtő összesen	Mennyiség m ³ /nap	Kibocsátott szennyezőanyag-terhelések (kg/nap)						
		KOI _d	SZOE	NH ₄ -N	Össz-N	Össz-P	Össz só	Nátrium
Lónyay-fcs.	25 241	1756,89	61,83	179,31	483,64	38,90	25 530,80	6 245,60
Tisza	6 413	359,66	14,88	23,86	116,37	10,56	16 874,96	4 729,99
Szamos	665	45,95	1,90	2,63	12,47	1,37	525,36	84,11
Kraszna	5 544	419,16	16,76	17,62	126,77	12,32	6 899,44	1 496,65
Túr-belvíz fcs.	3 151	162,45	3,82	10,25	34,58	2,93	2 772,92	635,73
Belfő csatorna	6 856	446,17	21,43	50,83	187,12	12,02	7 300,33	1 510,22
Összesen	47 869	3190,28	120,62	284,50	960,95	78,10	59 903,81	14 702,30

21. táblázat

Vízgyűjtő összesen	Mennyiség m ³ /nap	Kibocsátott szennyezőanyag-terhelések (kg/nap)		
		BOI-5	ANAdet.	Össz. leb.
Lónyai-fcs.	25241	457,27	25,82	1773,82
Tisza	6413	103,51	3,76	386,85
Szamos	665	13,69	0,42	43,73
Kraszna	5544	113,32	3,87	429,64
Túr-belvíz fcs.	3151	44,34	1,23	151,85
Belfő csatorna	6856	120,18	4,16	465,49
Összesen	47869	852,31	39,26	3251,38

ti a Hortobágy főcsatorna. A *Tisza folyó közvetlen terhelése ebben a térségben kismértékű.*

A csatornahálózat kiépítésével fokozatosan *csökken a folyékony, szippantott szennyvizek mennyisége*, különösen a nagyobb településeken. Tisztításuk a működő szennyvíztelepek felénél megoldott. *Nagy problémát jelent a csatornázatlan településeken keletkezett szennyvizek elhelyezése.* A szakszerűtlenül kialakított lerakóhelyek, házi szennyvízszikkasztók szennyezik a környezetet, talajvizet. A kisebb, szennyvízcsatornával a közeljövőben sem rendelkező települések összefogásával, regionális szintű szippantott szennyvizek tisztítására alkalmas telepeket kell megvalósítani. Gondot okoznak a *hígtrágyatározók* is, amelyek igen *komoly nitrit-, nitrátszennyezések okozói.* Nehezíti a helyzetet, hogy a tározótavakból a kiöntözést a tulajdoni viszonyok megváltozása akadályozza.

22. táblázat

**Vízfolyások szennyezőanyag-terhelése az 1999. évben
a Tiszántúli Környezetvédelmi Felügyelőség működési területén**

Befogadó	Kösely	Hortobágy	Berettyó	Tisza	Hort.- Berettyó	Összesen
KOIk t/év	2790,84	240,67	70,74	30,83	67,8	3200,87
BOI ₅ t/év	901,54	60,92	24,95	6,2	19,76	1013,37
SZOE t/év	128,86	5,96	1,29	0,55	1,56	138,21
NH ₄ (N) t/év	430,82	28,98	9,54	3,74	13,88	486,96
NO ₂ t/év	112,05	40,55	1,24	0,07	1,53	155,45
NO ₃ t/év	363,98	116,86	12,22	42,23	19,53	554,82
PO ₄ t/év	305,69	32,43	10,2	9,94	19,62	377,89

23. táblázat

**A főbb szennyezőanyagok iparágankénti megoszlása
a Közép-Tisza-vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség területén**

Iparág	Szerves anyag (t/év)	Olajzsír (t/év)	Összes oldott anyag (t/év)
Gépipar	66,3	2,0	456,1
Építőipar	0,0	0,0	0,0
Vegyipar	91,5	3,5	3152,0
Könnyűipar	41,0	3,1	400,3
Élelmiszeripar	721,5	6,6	2267,8
Papírgyártás	3429,2	6,07	3379,4
<i>Ipar összesen</i>	<i>4349,5</i>	<i>21,27</i>	<i>9655,6</i>

24. táblázat

Szennyvízelhelyezés befogadónként a Közép-Tiszán

Tisza	53%	Belvízcsat.	15%	Hortobágy-Berettyó	9%
Zagyva	10%	Öntözés	11%	Hármas-Körös	2%

A Közép-Tisza-vidéken az ipari szennyvízkibocsátás általában az összes kibocsátott szennyvíz mennyiség 43%-át képviseli. A meghatározó iparágak a vegyipar, a papíripar, a könnyűipar, valamint az élelmiszeripar. A Közép-Tisza-vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség értékelése szerint az ipari szennyvíz-kibocsátás üteme az 1996. évi átmeneti csúcs után csökkent, főképp a víztakarékos technológiák bevezetése eredményeképpen. A kibocsátott vízmennyiséghez viszonyított fajlagos szennyezőanyag-kibocsátás az élelmiszeripar esetében a legmagasabb. Abszolút értékben a *szervesanyag-emisszió*

szempontjából a legnagyobb szennyező a papíripar, mely egyben szennyvíz-mennyisége alapján a második legnagyobb szennyvízkibocsátó. Jelentős változásnak mondható, hogy a Neusiedler Papírgyár Rt. ipari szennyvizeit a szolnoki szennyvíztisztító telepre vezeti, és így a Tisza folyó mentesül az üzem napi 5000 m³ magas szervesanyag-tartalmú szennyvíz bevezetésétől. *Összes oldott anyag* szempontjából, mely egyben az ipari szennyvízkibocsátás legjellemzőbb paramétere, három iparág is nagy szennyezőnek minősíthető: a vegyipar (TVM Rt.), az élelmiszeripar (Cukorgyár Rt.) és a papírgyártás.

A kibocsátott szennyvizek befogadója többnyire a Tisza folyó, közvetlen vagy közvetett formában. Az öntözés, vagy egyéb módon történő elhelyezés nagy hányadát a mezőgazdaságban keletkező hígtrágya öntözéses elhelyezése adja.

A kibocsátott szennyvíz befogadónkénti százalékos megoszlása az idők folyamán jelentős mértékben nem változott. A Tisza folyóba vezetett szennyvíz aránya 1-2%-kal csökkent, és ez a hányad áthelyeződött a belvízcsatornákra, illetve az öntözéses elhelyezésre, melyek egyben az újonnan létesített szennyvíztisztító telepek befogadói is. Az utóbbi évek jelentős csatornahálózatfejlesztését követően a közcsatornán elvezetett szennyvízmennyiségek a belvízcsatornába és a Tisza folyóba vezetett szennyvíz arányát növelik. Ez utóbbi *Szolnok város szennyvíztisztító telepének 1999. augusztusában történő üzembe helyezéséhez kapcsolódik*. A befogadóba vezetett szennyvízmennyiség a város csapadékvízét is magába foglalja.

Az összes szennyezőanyag mennyiségében az évek során nagyságrendi változás nem tapasztalható. Azon komponensek esetében, ahol a szennyvíztisztítási technológiával hatékonyan be lehet avatkozni (ammónia, ANA detergens, SZOE), korábban inkább stagnálás, az utóbbi években csökkenés tapasztalható. Ez a tendencia 2000-ben látványosabb, melyet ismételten *Szolnok város szennyvíztisztító telepének hatásaként* lehet értékelni. Mindezek mellett a *befogadók napi szennyezőanyag-terhelése jelentősnek* mondható.

Összes oldott anyag (sók): 94 tonna/nap

Szervesanyag-terhelést jelképező KOI_k: 21 tonna/nap

Biokémiai oxigénigény (BOI₅) 10,1: tonna/nap.

A felszíni vizek minőségi vizsgálatai azt igazolják, hogy ezt a terhelést legkevésbé a belvízcsatornák túrják, főként a kisvizes időszakban, amikor a hígítási arány kicsi. A Tisza folyó nagy vízhozama és öntisztuló képessége miatt csak kisebb jeleit adja a terhelésnek, mely egyes komponensek vonatkozásában 1-2 mg/l koncentrációnövekedésben mutatkozik meg.

A szennyvíztisztítás, szennyvízelhelyezés terén az *EU irányelvei* alapján a tagországokban a 2000. év végére a 15 ezernél, a 2005. év végére a 2000-nél nagyobb lakosegyenértékű településeken *meg kell oldani a szennyvízelvezetést*.

tést és -tisztítást. Ezeket a feladatokat Magyarországon 2010-ig kell teljesíteni. Ahol lehetséges, az egyedi, kikapacitású, természetkímélő szennyvíz-ártalmatlanítás megvalósítását kell ösztönözni. A szennyvíztisztítás megfelelő megoldása érdekében minden tisztítóműnél biztosítani kell a *szennyvíziszapok ártalmatlanítását*, elsősorban komposztálását. Ezt a megoldást kell alkalmazni a csapadékvíz-elvezető közcsontról származó iszapra is.

A felszíni vizek jó vízminőségi állapotának eléréséhez az egyik legfontosabb feladat a *szennyvizek és hulladékok mennyiségének, ill. szennyezőanyag-tartalmának csökkentése korszerű technológiák alkalmazásával*. Cél, hogy lehetőség szerint minden szennyvízkozmű hasznosításra kerüljön, újak építése helyett a meglévők korszerűsítése és bővítése a kedvezőbb megoldás. A lehetőségek gondos mérlegelése után azokon a településeken, ahol a jelenlegi tavas rendszer a település nagysága, vagy a vízbázis súlyos veszélyeztetése miatt alkalmatlan a bővítésre, a kapacitás feladását kell választani. A kiemelten védendő, tápanyagokra érzékeny vizek (tavak, tározók, holtágak, időszakos vízfolyások, kisvízhozamú befogadók) nitrát- és foszfáatterhelését csökkenteni kell; ezeken a területeken harmadik fokozatú szennyvíztisztítás is szükséges.

Felszín alatti vizek állapota

Országos viszonylatban a felszín alatti vizek kitermelése 1981-től erősen emelkedő tendenciát mutatott, amelynek magyarázata a vízigényes iparágak térnyerése. A Köznevelési és Vízügyi Minisztérium 2000. évi ismertetése szerint a vízkivétel a maximumot 1987-ben érte el (4527 ezer m³/nap). Ezt követően a vízfelhasználás csökkenése következett be, amely az ipari tevékenység nagymértékű visszaesésével, megszűnésével, illetve a vízárak emelkedésével magyarázható. Folyamatosan csökkent a lakossági vízfelhasználás is. Összességében a felszín alatti vízkivétel a 90-es évek végére mintegy 40%-kal volt kevesebb, mint 1987-ben.

A *vízellátás* a felszín alatti vízbázisok közül *legnagyobb arányban a mélységi vizekből* történik, míg a talajvíz-felhasználás csak néhány %-ot tesz ki (56. ábra). A földtani védettség tekintetében a hazánk területén található *vízbázisok* (talaj-, partiszűrő- és karsztvízkészletek) *mintegy háromnegyede sérülékeny*.

Az Alföldön a felszín alatti vizek különböző típusai fordulnak elő. Az ivóvízellátás szempontjából jelentős készletek vízminőségi problémákat okozó *terhelései* közül a fontosabbak a következők:

- Az éghajlati változások okaként a Duna-Tisza közén az 1970-es évektől a sorozatos *aszályos évek* miatt átlagosan mintegy 2-3, esetenként 4-5 méternyi *talajvízszint-csökkenés* volt tapasztalható. Ezt felerősítette a víz-

folyás-szabályozással, vízkivétellel kapcsolatos emberi tevékenység. Az éghajlat ezzel ellentétes előjelű változása (pl. az 1998-99. évi *csapadékos időszak*) szintén jelentős problémákat okozott és okoz a *talajvízszint túlzott megemelkedése* következtében.

- A *szennyezőanyagok, hulladékok szakszerűtlen elhelyezése, tárolása, elszivárogtatása* jelentős szennyezőforrás.
- A csatornázatlanság, állattartó telepek, illetve kisebb mértékben a műtrágyázás miatt megfigyelhető a felszín alatti vizek *elnitrátosodása*.
- A megfigyelő rendszer kiépíttetlensége miatt a kitermelt víz *mennyiségének és minőségének nem kellő pontosságú ismerete* szintén nagy szerepet játszik a problémák kialakulásában.
- A felszín alatti vízkészletek veszélyeztetésében igen jelentős szerepet játszik a *kommunális közműháló, azaz a közüzemi hálózati vízellátás és a csatornázottság közötti nagy különbség*.

A felszín alatti vizeknél – a korábbi vízminőségi adatok hiányában – a károsodás mértéke nem mérhető fel pontosan, az azonban bizonyos, hogy egyes területeken a vízbázisok jelentős károsodást szenvedtek. A *talajvízben* a nitrát sok helyen, különösen a települések környezetében meghaladja a 40 mg/l határértéket. A *mélyégi víztartó rétegek* kevésbé vannak kitéve antropogén szennyezésnek, vízminőségük főképp a természetes eredetű szennyeződés (metán, vas, mangán, ammónia és arzén tartalom) miatt nem mindig felel meg a szabványoknak. A *rétegvizek* egy része magas vastartalmú, az ország területének mintegy a felén a vízkészlet vas koncentrációja meghaladja a 0,5 mg/l-t, míg az Alföld egyes részein (pl. Nyíracsa és Szikszó környéke) az 1 mg/l értéket is. A *parti szűrőű vizek* minősége általában a folyók vízminőségével van összefüggésben.

Talajvizek

A talajvizek állapotát a rendelkezésre álló csekély adatmennyiség, valamint a víztérnek a hidrometeorológiai viszonyok változására való gyors reagálása miatt igen nehéz minősíteni. A felmérések szerint a Tisza menti régióban a települések belterületein és közvetlen környezetükben a talajvizek *csaknem kivétel nélkül jelentősen szennyezettek*. Sok esetben 200 mg/l fölötti a *nitráttartalom*, 50-70 mg/l a *szervesanyag* tartalommal összefüggő kémiai oxigénigény (KOI_{ps}). Az *összes oldott anyag* nem ritkán 3000-5000 mg/l. A bakteriológiai vizsgálatok gyakran *fekális eredetű szennyeződést* jeleznek. Külterületeken némiképp jobb a helyzet, helyenként még ivóvízminőséget megközelítő állapotú talajvizek is feltárhatók.

A talajvizek túlnyomó részét öntözésre használják, kisebb mértékű az ivóvíz célú hasznosítás. A talajvízkészletek átlagos kihasználtsága változó, némi-

leg csökkenő tendenciájú. Ennek ellenére egyes térségekben, így pl. a Duna–Tisza közti hátságon részleges vízkivételi korlátozások érvényesek.

Parti szűrősű vízkészletek

A folyók hordalékkúpjaiban tárolt, ún. parti szűrősű vízkészletek (az Északi-középhegység és az Alföld határán húzódó) hordalékkúpokban fordulnak elő jelentős mennyiségben. Közvetlen veszélyeztetettségük nem annyira nagy, mint a talajvízé, de a szennyező anyagok koncentrációjának lassú növekedése a hordalékkúpok több helyén kimutatható.

Rétegvizek

Az Alföldön a jelentősebb rétegvízkivételek elsősorban a városok térségében (lakossági és ipari vízhasználat) jelentkeznek, ahol *egyed rétegvíz-kutak már túlterheltek*, és a hasznosítási módjuk sem minden esetben megfelelő környezeti szempontból. A kisebb települések körzetében a rétegvíz-készlet kihasználtsága kisebb, stagnáló, vagy enyhén csökkenő tendenciájú.

A felszín alatti rétegvizek minősége a jelenlegi ivóvízszabványt figyelembe véve szinte mindenütt kifogásolható a *magas vas-mangán tartalom* miatt. Egyes területeken már valós gondként van jelen a rétegvizek *magas ammóniumtartalma* is (pl. Hortobágy térsége). Néhány helyen az *arzén határérték feletti* jelenléte is gondot okoz (pl. Tiszabő). A *metángáz* a legtöbb kitermelt nyersvízben szintén megtalálható valamilyen mennyiségben. Az *összes oldott anyag* tartalmában területenként nagy eltérések vannak (500-2000 mg/l), mennyiségének alakulását a folyók hordalékkúpjai befolyásolják. Az *ionösszetételt*, a *vízkeménységet* szintén elsősorban a geológiai adottságok határozzák meg.

A Tisza menti településeken számos *illegálisan működő fúrt kút* van. Ezek összességükben komoly veszélyt jelentenek a regionális felszín alatti ivóvízbázisokra, mivel a vízzáró rétegeket is átütik. Sok esetben a felhagyott kutakat felszín alatti szennyvízelhelyezésre használják, s ez tovább növeli a vízbázisok elszennyeződésének veszélyét.

Termálvizek

Az Alföld bővelkedik termálvizekben, kedvező beszerzési lehetőségek vannak. A termálkutak elsősorban *kommunális céllal* (fürdők ellátása) kerülnek *hasznosításra*, de a járszági részen a korszerű kútúrasi-kiképzési technológi-

ák megjelenéséig – jobb híján – ivóvízbázisul is szolgáltak. A termálvizek *energetikai célú hasznosítása* az Alföldön kisebb jelentőségű. Több településen *minősített gyógyvizű termálkút* is található. A használt *termálvizek magas sótartalma* a felszíni befogadók terhelését növelheti. Bár a vízmérleg szerint a termálvíz készletek átlagos kihasználtsága mintegy 30%-os, a víztartó képződményekben jelentkező nyomáscsökkenések miatt takarékosabb hévízgazdálkodásra van szükség.

A felszín alatti vízbázisok védelmével kapcsolatos feladatok

Sérülékenyek azok a felszín alatti vízbázisok, ahol a felszíni szennyeződések a talajban lefelé szivároghva 50-100 év alatt eléri a vízáadó réteget. *Fel kell mérni a sérülékeny, ill. veszélyeztetett vízbázisokat*, a 33/2000. (III. 17.) Korm. rendelet szerint a szennyeződés érzékenységi jellemzésére el kell végezni a kistérségi földtani képződményeinek *sérülékenységi kategorizálását*.

Mivel a talajvizek jelentik a mélységi vizek utánpótlásának bázisát, azok állapotának jobb megismerése, monitorozása, a további szennyezésének visszaszorítása a közeli időszak kiemelt feladata. 2000–2001 folyamán az Alföld Program keretében elkezdődött az alföldi területek peszticid szennyeződésének felmérése. Az előzetes adatok szerint csak az ATRAZIN-értékek haladták meg néhány helyen az EU szerinti 0,1 µg/l határértéket. A toxikus nehézfémek közül 3 komponensnél (cink, szelén, arzén) mutattak ki határértéket meghaladó értéket. A felszín alatti vizek minőségének romlását elsősorban a talajra került szennyezések eltávolításával és újabb szennyezések elkerülésével lehet megakadályozni.

Az Európai Unióhoz való csatlakozás során a felszín alatti vizek állapotához kapcsolódva komoly feladatok, tennivalók hárulnak ránk. Az Európai Parlament és a Tanács által elfogadott *Víz Keretirányelv szerint a környezeti célkitűzések* a következők:

- Intézkedéseket kell hozni és végrehajtani a szennyezőanyagok felszín alatti vízbe történő bevitelének megelőzésére, korlátozására, továbbá a felszín alatti víztest állapotának megőrzésére, javítására.
- Meg kell védeni, javítani és helyre kell állítani minden felszín alatti víztestet, biztosítani kell az egyensúlyt a felszín alatti víz kitermelése és utánpótlódása között, hogy legkésőbb 2015-re elérjék a felszín alatti víz jó állapotát.
- Végre kell hajtani az emberi tevékenységből származó bármely szennyezőanyag koncentráció bármilyen jelentős és tartós folyamatának megfordításához szükséges intézkedéseket a felszín alatti víz szennyezettségének csökkentése érdekében.

Hulladékgazdálkodás

Magyarországon 2001-től hatályos a hulladékgazdálkodással kapcsolatos átfogó, valamennyi hulladékfajtára kiterjedő 2000. évi XLIII. hulladékgazdálkodási törvény. Jelenleg a veszélyes hulladékokon kívül egyéb hulladékok tekintetében pontos adatokkal nem rendelkezünk.

Magyarországon évente mintegy 70-75 millió tonna hulladék képződik. Ebből kb. 4 millió t/év a települési szilárd hulladék, mintegy 20 millió t/év a kezelt folyékony települési hulladék, és kb. 3,5 millió t/év a veszélyes hulladék. A települési hulladékok környezetkímélő lerakásának megoldatlansága a leg súlyosabb környezeti gondok közé tartozik. Országosan az üzemelő hulladéklerakók 60%-a működik csak engedéllyel, 40%-a engedély nélkül. Jelentős probléma, hogy az engedéllyel működők többsége sem felel meg a környezetvédelmi előírásoknak. Ez az országos helyzetkép gyakorlatilag jellemző a Tisza mentére is.

Az alföldi régióban a rendszeres hulladékgyűjtésbe bevont települések száma 1990 óta majdnem megháromszorozódott. *A Tisza menti településeken évente 800 ezer m³ térfogatú, 160 ezer tonna mennyiségű kommunális szilárd hulladék keletkezik, melyet helyi lerakókban helyeznek el. Jelenleg nem teljes körű a települési szilárd hulladékok gyűjtése, alacsony fokú a szelektív hulladékgyűjtés. Jelentős az illegális, és az alacsony műszaki színvonalon álló legális lerakók száma, melyek potenciális szennyezőforrást jelentenek környezetünkben. Kevés a szabad lerakó kapacitás és a lerakásnál ma még a korszerűbb eljárásokat nem alkalmazzák. További probléma, hogy gyakran a szilárd hulladékkal együtt, azok közé helyezik el több helyen a települési folyékony hulladékot is. A legkevesbé a kistelepülések, üdülőtérületek hulladékgyűjtése tekinthető megoldottnak. Mindezek miatt célszerű lenne a kistérségi hulladék-elhelyezés mielőbbi elterjedése.*

Veszélyes hulladékok

A veszélyes hulladékokat egyrészt formai megjelenésük, másrészt veszélyességi fokuk szerint osztályozhatjuk. Formai megjelenésük alapján megkülönböztetünk *folyékony, szilárd és iszapszerű hulladékokat*. Az alföldi régióban ezek egymáshoz viszonyított aránya: folyékony kb. 10-12%, iszapszerű kb. 55-60%, szilárd kb. 25-30%. *Veszélyességük szerint I. II. III. osztályú hulladékokat különítünk el.* Arányuk elsősorban az ipari tevékenységtől függően területenként változó. Néhány számadat a térségben keletkező veszélyes hulladékok mennyiségéről:

A Tiszántúli Környezetvédelmi Felügyelőség területén: 101 832 tonna (1998).

A Közép-Tisza vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség területén: 53 106 tonna (2001).

Az Alsó-Tisza vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség területén: 116 645 tonna (2000).

A legnagyobb mennyiségben keletkező veszélyeshulladék-típusok az *ipari szennyvíziszapok, állati és növényi hulladékok, vágóhídi hulladékok*. Ez utóbbiak esetében a hulladékok ártalmatlanítására a hatályos állategészségügyi előírások érvényesek. Az elásás, dögtéren, dögműtban történő elhelyezés nem egyeztethető össze a környezetvédelem érdekeivel, hiszen ezen anyagok bomlástermékei (nitrát, ammónia) kockázatot jelentenek a vizek, talajok állapotára. Szintén elég nagy arányt képviselnek az *ásványolaj-ipari és szénfeldolgozási hulladékok*, melyeknek nagy része fáradt olaj, ill. olajos iszap. Egyes térségekben a *kémiai átalakításból származó hulladékok (savak, lúgok és egyéb tömény oldatok gyártásából, felhasználásából származó hulladékok)* mennyisége is számottevő lehet.

Települési vagy kommunális hulladékok

A kommunális szilárd hulladékok lerakó telepeken kerülnek elhelyezésre, hulladék-hasznosítás szervezett formában nincs. A hulladéklerakó telepek állapota nagyon változó, sok közülük műszakilag nem felel meg az elvárásoknak. Nem megoldott a kommunális szilárd hulladék szelektív gyűjtése, a hasznosítható összetevők kinyerése és értékesítése. Gyakran megoldatlan a településeken keletkező mezőgazdasági és kertgazdálkodásból származó növényi hulladékok ártalommentes kezelése. *A kommunális hulladékok elhelyezésére a legjobb megoldás regionális hulladéklerakók kialakítása, amelyek több település hulladék-elhelyezési gondjait oldanák meg.*

A Tiszántúlon jelenleg három olyan lerakó telep üzemel, amelyik térségi lerakóként funkcionál eredeti kialakítása szerint.¹⁴ Ezek közül valóban regionális lerakóként csak a *Debrecenben* lévő telep üzemel. A másik két lerakó csak két-két település kommunális hulladékának fogadására készült, bár jelenlegi kialakítása szerint alkalmas több település hulladékának fogadására is. A Tiszántúli Környezetvédelmi Felügyelőség területén tervezett három új, regionális, az Európai Unió szabványainak megfelelő hulladéklerakóra alapozandó hulladékgazdálkodási rendszer révén több mint 60 elavult szeméttelopot lehetne bezárni. *Hajdúbosszörményben* az új tervezett lerakó 13 észak-hajdúsági és hortobágyi település, illetve az azokban élő több mint 113 ezer ember hulladék-elhelyezési gondjait oldaná meg. A 4 hektáros depóniában évente átlagosan 35 ezer tonnányi hulladékot lehetne elhelyezni minimum 16 éven keresztül. A *Debrecenben* 1994 óta működő lerakó bővítésével további öt másik település hulladékát is befogadná a ma is regionális fel-

adatokat ellátó lerakó. A depónia jelenleg üzemelő két üteme várhatóan 2006-ra telik be. A *Berettyóújfaluban* tervezett lerakó a határ menti, a közép-bihari és a sárréti települések szilárd hulladékának elhelyezését szolgálná. 600-900 ezer m³-es kapacitása kb. 30 évig lenne elegendő.

A Közép-Tisza mentén a Jászsági regionális hulladéklerakó átadásával háromra növekedett a korszerű, megfelelő műszaki védelemmel ellátott *regionális települési szilárdhulladék-lerakó telepek* száma (Tiszazugi, Hunyadfalvi, Jászsági). Műszaki védelemmel rendelkező hulladéklerakók üzemelnek még a területen Karcag és Cegléd városban, de nem regionális jellegűek. A Szolnok térségi (Kétpó mellett), a Tisza-tavi (Tiszafüred mellett) és a Cegléd térségi regionális lerakók környezetvédelmi engedély birtokában vannak. Ezek megépülése után a KÖTI-KVF egész területén a lakosság környezetvédelmi előírásokat is kielégítő lerakókra szállíthatja kommunális hulladékát.

Az Alföld egyéb területein még nem ilyen kielégítő a helyzet, de törekedni kell a mielőbbi megvalósításra. A kommunális hulladékok nem szilárd, hanem iszap jellegű fázisának hasznosítása sok esetben nem történik meg.

A települési szennyvíztisztítóból kikerülő szennyvíziszap elhelyezésére az alábbi megoldások lehetségesek:

a) *komposztálás*: A szennyvíziszapot komposztálják, a komposztot pedig mezőgazdasági területen hasznosítják. Ilyen elhelyezésű pl. a Szolnok-térségi települések közös szennyvíztisztítójából kikerülő iszap, valamint hasonlóan járnak el pl. a sörgyári szennyvíziszappal is (Martfű), az évente keletkező kb. 150 tonna mennyiségű, minősítése alapján nem veszélyes hulladék komposztálásra kerül.

b) *mezőgazdasági hasznosítás*: Ilyen megoldást alkalmaznak pl. a közép-Tisza mentén, ahol Kisújszállás, Mezőtúr, Abádszalók-Kunhegyes és Hunyadfalva-Kótelek szennyvíziszapja közvetlen mezőgazdasági hasznosításra kerül.

c) *újrahasznosítás*: Szolnokon a papírgyárban 3000 t/év mennyiségben keletkezik szennyvíziszap. Az újrahasznosításra téglalapanyagba történő keverési kísérletek zajlanak, melynek előzetes eredményei biztatóak.

d) *szeméttelen történő elhelyezés*: A fel nem használható szennyvíziszapok teljes egészében a kommunális szilárdhulladék-lerakó telepre kerülnek.

Országos Hulladékgazdálkodási Terv

2002 júliusában elkészült az első Országos Hulladékgazdálkodási Terv, amely a 2003–2008 közötti időszak célkitűzéseit és az azok megvalósításához szükséges intézkedéseket, feladatokat foglalja össze, tekintetbe véve az Európai Közösség integrált hulladékgazdálkodási politikáját.

Az OHT megvalósításával megoldandó, illetve kezelendő főbb problémák:

- *Csökkenteni kell* a mind abszolút mértékben, mind a termelési értékhez viszonyítottan magas *hulladékképződési arányt*. Megelőzési intézkedésekkel biztosítani kell, hogy a képződő, kezelendő hulladék mennyisége összességében 2008-ra ne haladja meg a 2000. évi szintet.
- *Emelni kell* a legtöbb hulladékfajtánál alacsony *hasznosítási arányt*, el kell érni, hogy az időszak végére a hulladékok mintegy felének saját anyagában történő vagy energetikai hasznosítása megvalósuljon. Ösztönözni kell a *takarékos anyag- és energiagazdálkodást*.
- A képződő veszélyes hulladékok kezelésénél is a lehetőségekhez képest növelni kell a hasznosítás mértékét, 2008-ig el kell érni legalább a 30%-os hasznosítási arányt.
- *Biztosítani kell* a mezőgazdasági növényi maradványok, valamint a trágyák visszaforgatása mellett a *biológiai úton lebomló élelmiszeripari növényi és állati hulladék közel teljes körű hasznosítását*.
- A mezőgazdaságban és az élelmiszeriparban képződő *biológiai úton lebontható* növényi és állati *hulladékok lerakását* gyakorlatilag *teljes egészében meg kell szüntetni*, és ennek érdekében a talajba közvetlenül vissza nem forgatható hulladékok kezelésére komposztáló, biogáz-előállító és felhasználó, illetve bioenergia-hasznosító létesítményeket kell kialakítani. E létesítményekben kell megoldani az élelmiszeripari hulladékok kezelését is.
- Ezzel párhuzamosan *fel kell számolni* az összes működő és lezárt *dögkutat és állati hulladéklerakót*, és átfogó rendszert kiépíteni az állati eredetű hulladékok feldolgozására, a fertőzésveszélyes hulladékokat pedig égetőberendezésekben kell ártalmatlanítani.
- Minimalizálni kell a lerakással történő ártalmatlanítás igen magas arányát; el kell érni, hogy *lerakásra csak a más módszerrel nem ártalmatlanítható hulladék kerülhessen*.
- Az ártalmatlanítás területén biztosítani kell, hogy csak a nem hasznosítható hulladék kerüljön lerakásra, és a *nem megfelelően kialakított hulladéktárolók és -lerakók legkésőbb 2009-ig bezárásra, felszámolásra, illetőleg az előírásoknak megfelelően felújításra kerüljenek*.
- Ennek érdekében 2003-ig felül kell vizsgálni az ország területén működő hulladéklerakókat, és ütemtervet kell kidolgozni azok korszerűsítésére vagy bezárására és rekultiválására.
- *Növelni kell* a számos esetben nem megfelelő *hulladékkezelés színvonalát és biztonságát, mérsékelni kell az egészségügyi és környezeti veszélyeztetés, illetve kockázat mértékét*.
- Fokozatosan *fel kell számolni* az elmúlt évtizedekben kialakult, nem megfelelő hulladék-elhelyezésből származó *veszélyeztető forrásokat és szennyezett területeket*.

Ezúton szeretnék köszönetet mondani az anyag összeállításához nyújtott segítségért a területen dolgozó kollégáknak, szervezeteknek: *Kocsis Gáborné dr. (FETI-KÖFE Nyíregyháza), Sallai Ferenc (ÉKÖFE Miskolc), Sámi Lajos (TIKÖFE Debrecen), Vigh Gyula (KGI, Budapest), a KÖTI-KVF munkatársai (Szolnok), Szilléry Lászlóné, Radócz Zoltán (ATIKÖFE Szeged).*

Jegyzetek

- 1 FETI-KÖFE 2002.
- 2 Sallai 2002.
- 3 TIKÖFE 2000.
- 4 KÖTI-KVF 2002.
- 5 ATIKÖFE mérési adatai.
- 6 Sallai 2002.
- 7 Pálfi 2001.
- 8 Csatári 2001.
- 9 Zsuga 2002.
- 10 FETI-KÖFE 2002.
- 11 KÖTI-KVF 2002.
- 12 ATIKÖFE 2002.
- 13 FETI-KÖFE 2002.
- 14 TIKÖFE 2000.

Irodalom

- ATIKÖFE: *Az Alsó-Tisza vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség környezetiállapot-értékelése.* Szeged. 2001. Kézirat. pp. 1–67.
- Csatári Bálint: *A Tisza-vidék problémái és fejlesztési lehetőségei.* A Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium Vidékfejlesztési Főosztálya megbízásából készült Tisza-vidék kutatás-fejlesztési program összefoglalója. Kecskemét. 2001. pp. 1–21.
- FETI-KÖFE: *A Felső-Tisza vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség környezetiállapot-értékelése.* Nyíregyháza. 2002. Kézirat. pp. 1–73.
- KÖTI-KVF: *A Közép-Tisza vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség környezetiállapot-értékelése.* Szolnok. 2002. Kézirat. 85 p.
- A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium honlapja: *Környezeti állapot jellemzők.* www.ktm.hu/korny/allapot
- A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium honlapja (www.ktm.hu): *Országos Hulladékgazdálkodási Terv.* 2002.
- Pálfi I. (szerk.): *Magyarország holtágai.* In: KVM, Szerk.: Pálfi I. Budapest, 2001. pp. 1–230.
- Sallai Ferenc: *A Tisza környezeti állapota, különös tekintettel a vízminőség alakulására, az ismétlődő romániai eredetű rendkívüli szennyezésekre és az árvizek ökológiai összefüggéseire.* Miskolc, 2002. Kézirat. pp. 1–20.
- TIKÖFE: *A Tiszántúli Környezetvédelmi Felügyelőség környezetiállapot-értékelése.* Debrecen. 1999. Kézirat. 76 p.

TIKÖFE: *A Tiszántúli Környezetvédelmi Felügyelőség környezetiállapot-értékelése*. Debrecen, 2000. Kézirat. 78 p.

VM 2000 Adatgyűjtő rendszer: *Felszíni vizek adatbázisa*.

Zsuga Katalin: *A Kiskörei-tározó zooplankton struktúrájának tér-időbeni változásai*. PhD-értékezés. DE Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2002. pp. 1-120.

Biológiai vízminősítés és vízminőségi célállapot (El Víz Keretirányelv)

A Tisza vízminőségére vonatkozó rendszeres vizsgálatok az 1960-as évek végén indultak meg a vízminőségi felügyelet, s azokon belül a vízvizsgáló laboratóriumok létrehozása révén. A hazai vízügyi gyakorlatban az 1970-es, '80-as években a vízvizsgálati módszereknél a KGST előírásai voltak az irányadók. A vizsgált komponensek elsősorban fizikai, kémiai paraméterek voltak, s a vízminőség megítélése a különböző célú emberi felhasználás (ivóvíz, öntözés, kommunális, ipari vízfelhasználás, stb.) szempontjából fontos tulajdonságok alapján történt. A vízügyi szervek felügyelete alá tartozó országos monitoringrendszer a felszíni vizek állapotának értékeléséhez, a nagyszámú fizikai, kémiai mutató mellett a biológiai vízminőségre utaló paraméterek közül¹ csak az a-klorofill tartalom, a szaprobitás és toxicitás meghatározására irányuló mérések eredményeit vette figyelembe. A nem hatósági jellegű részletesebb vizsgálatok esetében egy-egy élőlénycsoport tanulmányozását specialisták végezték, ökológiai jellegű eredményeik azonban nem érvényesültek az akkori vízhasználati célú minősítésben.

A felszíni vizek minősítésére 1993-ban új szabvány jelent meg (MSZ 12749:1993 – *Felszíni vizek minősége, minőségi jellemzők és minősítés*), bevezetésére 1994-től került sor. A jelenleg is érvényben lévő környezetvédelmi hatósági minősítés szerint a vizsgálatok a szabványban előírt törzshálózati helyeken, meghatározott gyakorisággal történnek. A vízminőségi jellemzők öt csoportba tartoznak, melyek között az oxigénháztartás elemei (A), a nitrogén- és foszforháztartás jellemzői (B), mikrobiológiai jellemzők (C), mikroszennyezők és toxicitás (D), valamint egyéb jellemzők (E) találhatók. A szabványban meghatározott határértékek alapján 5 vízminőségi osztály különíthető el, kiváló (I. o.), jó (II. o.), tűrhető (III. o.), szennyezett (IV. o.), valamint erősen szennyezett (V. o.) kategóriák. Bár több biológiai komponens szerepel a vizsgált mutatók között, azonban az MSZ 12749:1993 kimondja hogy „nem tárgya a szabványnak a konkrét vízhasználatok szerinti és a biológiai vízminősítés”.

Biológiai vízminősítő rendszerek Magyarországon

Az országos monitoring hálózatra épülő hatósági vízminősítési rendszerben a metodikailag kidolgozott, rutinmódszerekkel jól mérhető fizikai és kémiai komponensek mellett csak néhány „biológiai mutató” szerepel (a-klorofill, szaprobitási index, toxicitás), amelyek vizsgálata előírt gyakorisággal történik. Már régen felvetődött az a probléma, hogy a vizek minőségének megítélésében nem hagyható figyelmen kívül az élővilág, az élőlényekkel kapcsolatos folyamatok, mennyiségi és minőségi változások vizsgálata sem. Ezeknek a jellemzőknek a mérése azonban metodikailag nem egyszerű, az abiotikus tényezők könnyebben, a biotikus tényezők azonban jóval nehezebben vizsgálhatók. Több módszertani eljárás született a hiányzó hazai biológia vízminősítési rendszer kidolgozására,² ezek közül mutatjuk be a legfontosabbakat.

Felföldy-féle biológiai vízminősítés

A magyarországi hidrobiológia és biológiai vízminősítés terén úttörő jelentőségűnek számított Felföldy 1974-ben megjelent *A biológiai vízminősítés* című könyve, amelyben rávilágít arra, hogy a vízminőség az élettelen környezet és az élővilág közötti anyagcsere következményeként alakul ki. Megfogalmazása szerint a vízminőség a víz tulajdonságainak összessége. Az általa kidolgozott vízminősítési rendszerben négy tulajdonságcsoporthoz tartozó szerepel, az értékelés 10 fokozatú skálán történik, s javaslata szerint a biológiai vízminőség az ezekből képzett 4 számjegyből álló jelöléssel adható meg.

- *Halobitás*: A víz biológiai szempontból fontos szervesetlen-kémiai jellege, a vízben oldott összes ion koncentrációjával és a nyolc főion viszonylagos mennyiségével jellemezhető tulajdonságcsoporthoz tartozó. Nagyrészt az élettelen környezet által meghatározott, az élővilág csak kis mértékben módosítja, általában alkalmazkodik hozzá.
- *Trofitás*: A szervesetlenből szervesanyagot létrehozó és ezzel a víz minőségét befolyásoló adottságok és jelenségek gyűjtőfogalma. Három, minőségileg különböző tulajdonsághoz tartozó foglalom magában: a szervesetlen növényi tápanyagok minősége, mennyisége és változása a vízben, a szervesanyagot építő fotoautotrofikus élőlények minősége és mennyisége, valamint a fotoautotrofikus élőlények vízminőséget alakító anyagcsere-életfolyamatai. Meghatározása a víz térfogategységére vonatkoztatott a-klorofill mennyiségének, a fitoplankton állománysűrűségének vagy biomassájának, illetve az elsődleges termelés intenzitásának a meghatározásával lehetséges.
- *Szaprobitás*: A vízi ökoszisztéma szervesanyagbontó képessége, a szervesből szervesetlen anyagot létrehozó és ezzel a víz minőségét befolyásoló adottságok és jelenségek gyűjtőfogalma. Három minőségileg különböző

tulajdonságot foglal magában: a biológiailag hozzáférhető szervesanyagok minősége, mennyisége és változása a vízben, az ezeket bontó, belőlük szervesen növényi tápanyagokat létrehozó heterotrofikus élőlények minősége és mennyisége, valamint működésüknek a vízminőséget alakító folyamatai. Meghatározására több kémiai paraméter (nitrogénformák, kémiai, biokémiai oxigénigény, stb.) mérése, valamint az élőlények szaprobiológiai indikációs elemzése ajánlott. A szaprobitás 10 fokozatú skálája részletesen a kémiai oxigénigény (KOI_{Mn}), valamint a Pantle–Buck-féle szaprobiiindex mérőszámaira lett kidolgozva.

- *Toxicitás*: A víz mérgezőképessége, ami mérgek jelenlétén múlik és a vízi élőlények aktivitáscsökkenésével, súlyosabb esetben elpusztításával hat a vízminőségre. Meghatározása különböző biológiai tesztmódszerekkel (baktérium-, alga-, Daphnia-, hal-, csíranövény-teszt) történik.

A halobitás, trofitás, szaprobitás és toxicitás mérőszámai által meghatározott folyamatok szorosan összefüggenek egymással, a négy tulajdonság csoport együttesen jellemzi a biológiai vízminőséget. Bár Felföldy műve több kiadást is megért,³ azonban a hazai felszíni vizek minősítéséért felelős hatósági szerveknél az országos monitoringrendszerben nem került sor a bevezetésére, így csak a hidrobiológusok szűkebb csoportja alkalmazta egy-egy vízfolyás részletesebb felmérése során.

Ökológiai vízminősítés

A hazai vízminősítésben teljesen új elméleti és gyakorlati irányzatot jelentett az ún. ökológiai vízminősítési rendszer.⁴ Az eljárás olyan állapotként értelmezi a biológiai vízminőséget, amely egyrészt az élőlények térbeli, időbeli és mennyiségi megjelenésével, előfordulásával, másrészt pedig ezeket az előfordulási sajátosságokat meghatározó tényezőkkel jellemezhető.⁵ Az ökológiai szempontú minősítő rendszer további fontos eleme, hogy a hazai víztípusokat egyértelműen elkülönítő víztértypizálást tartalmaz, ami teljesen hiányzott a korábbi minősítő eljárásokból. A vízminőség meghatározására statikus és dinamikus mutatók alapján kerül sor, a tipizálás kódszámrendszer segítségével történik.

- A *statikus mutatók* körébe azok a paraméterek tartoznak, amelyek a víztérnek és környékének állapotát hosszabb időtartamra, de legalább egy vegetációperiódus idejére meghatározzák (természetföldrajzi jellemzők, természetvédelmi és környezetgazdálkodási jellemzők, medermorfológiai és meder-anyag minőségi jellemzők, vízháztartási jellemzők), ezért többé-kevésbé állandónak tekinthetők.
- A *dinamikus mutatók* csoportjába azok a jellemzők sorolandók, amelyek az adott tulajdonság természetétől és a víztér sajátosságaitól függően

szüntelenül változnak. Ezen belül három alcsoportot különítenek el az alapján, hogy a vízminőségi mutató alakulását

- *nagyrészt az élettelen természet jelenségei* határozzák meg (reitás, loticitás, termitás, halobitás),
- az *élettelen és élő természet jelenségeinek egyformán fontos* jelentőségük van (luciditás, aerobitás, trofitás, szaprobitás, toxicitás,),
- *döntően az élőlények* termelési (konstruktivitás) és lebontási (destruktivitás) életfolyamatai határozzák meg.

Az ökológiai vízminősítő rendszer minden korábbi rendszertől eltérően figyelembe veszi azt a tényt, hogy a dinamikus mutatók értékeiben, jellegüknél fogva éves szinten jelentős különbségek figyelhetők meg. Ezért elkülöníti az aktuális (pillanatnyi érték) és a globális (minimum egy vegetációperiódusra vonatkozó adatsor) kódszámot, s a két tipológiát egymással szervesen összekapcsolva jellemzi a különböző víztereket. Ez az ökológiai vízminősítő rendszer a korábbi eljárásokhoz viszonyítva részletesebb vizsgálatokat igényel, információ-tartalmának megfelelő értelmezése, szöveges értékelése időigényes. Egyes fogalmak (konstruktivitás, destruktivitás) alkalmazásával kapcsolatban viták vannak.

Az ökológiai vízminősítő eljárás a gyakorlatban kevésbé terjedt el, bár több elemében előre mutató az EU Víz Keretirányelv szerinti minősítésekhez képest is.

Makrozoobenton család-taxon prezencia pontrendszer szerinti minősítés

Míg Európában már évtizedek óta használatos a vizek minőségének megítélésre a vízi makroszkópikus gerinctelen élőlényegyüttes vizsgálata, addig a hazai vízminősítő rendszerben újak számító eljárás bevezetésére az országos monitoring hálózat keretében csak 2001-től került sor. A módszer a vizek makrozoobenton társuláseggyüttesét használja fel minősítésre, 10 fokozatú skálán pontozza a különböző vízminőséget indikáló taxonokat. A vízminőségi index kiszámításánál az összpontszámot, valamint a taxonokénti átlagpontszámot veszi figyelembe. Az értékelés és minősítés során 5 osztályba sorolja a vizeket (kiváló, jó, kevésbé szennyezett, közepesen szennyezett, nagyon szennyezett), amelyekben belül további alosztályok is megtalálhatók. Természetesen a család szintű (néhány esetben egyéb taxonómiai szint) minősítés nem nélkülözheti a fajszintű ismeretet sem.

EU Víz Keretirányelv szerinti minősítés

A biológiai vízminősítési hálózat magyarországi programját az EU Víz Keretirányelv (EC 2000) határozza meg a jövőben, amelynek előírásainak hazai al-

kalmazásával kapcsolatos feladatokat és azok ütemezését a 2329/2001 (XI.21.) sz. kormányhatározat rögzíti. A Víz Keretirányelv (a továbbiakban VKI) koncepciójának lényeges eleme a vízkészletek védelme. Ennek megfelelően olyan vízgyűjtő-gazdálkodási terveket és intézkedési programokat kell készíteni, amelyek 2015-ig megakadályozzák a felszíni vízterek ökológiai állapotának romlását, továbbá biztosítják a vizek jó ökológiai állapotának elérését és megőrzését. A dokumentum a jó ökológiai állapot fogalmát részben az emberi egészség és az élővilág feltételeinek biztosításához köti, továbbá meghatározza a nemzetközi együttműködés elvét és stratégiáját, valamint jelentési kötelezettséget ír elő. A vízterek ökológiai állapotának feltárására és hosszú távú rendszeres megfigyelésére 2006-tól kiterjedt regionális biológiai megfigyelőrendszereket kell kiépíteni és üzemeltetni.

A felszíni vizek ökológiai állapotának meghatározásához számos *biológiai vízminőségi* elem vizsgálatát javasolja a VKI, mint a vízi növényzet (fitoplankton, makrofiton, perifiton), az üledéklakó gerinctelen fauna (makrozoobenton), valamint a halfauna mennyiségi és minőségi összetétele. A VKI konkrét metodikát nem tesz kötelezővé, csak annyit ír elő, hogy a használt módszereknek összhangban kell lenniük olyan nemzeti vagy nemzetközi szabványokkal, szabályozásokkal, amelyek biztosítják az adatok összehasonlíthatóságát.

A VKI előírásainak megfelelő biológiai vízminősítési hálózat létrehozásának egyik fontos előfeltétele térségünk (Magyar Alföld ökorégió – Magyarország teljes területe ide tartozik) víztereinek tipizálása, mivel a különböző víztípusokra gyakran igen eltérő mintavételi és értékelési eljárásokat kell kidolgozni. A felszíni vizek osztályozása egy 'A' vagy egy 'B' rendszer alapján történhet. Az 'A' rendszert használva meghatározott tényezők (tengerszint feletti magasság, vízgyűjtőterület mérete, geológia, stb.) alapján kell elkülöníteni a víztér típusokat egy ökorégióon belül. A 'B' rendszer egy alternatív tipizálást tesz lehetővé, ami egyrészt magába foglalja az 'A' rendszer jellemzőit, továbbá lehetőséget ad számos szabadon választható tipizálási tényező bevonására.

A VKI részletesen foglalkozik az ökológiai állapot meghatározásának kérdésével 5 minősítési fokozatot javasolva a felszíni vizek ökológiai állapotának jellemzéséhez. Ezek általános kritériumai:

- *Kiváló ökológiai állapot:* A zavartalan állapotú vízterek típusaira jellemző hidrológiai és morfológiai, valamint fizikai-kémiai sajátosságoktól nem, vagy csak nagyon kis mértékű olyan eltérés mutatható ki, ami az emberi tevékenység hatásaira vezethető vissza. A biológiai minőségi elemek értékei megfelelnek azoknak az értékeknek, amelyek a zavartalan viszonyok között általában jellemzik az adott víztípust, és semmilyen vagy csak igen kevés torzulást mutatnak.
- *Jó ökológiai állapot:* A zavartalan állapotú vízterek típusaira jellemző biológiai minőségi elemek kismértékű olyan torzulást mutatnak, amelyek az emberi tevékenység hatásaira vezethető vissza.

- *Mérsékelt állapot*: A biológiai minőségi elemekre vonatkozó értékek mérsékeltén eltérnek azoktól, amelyek általában a zavartalan állapotú vízterek típusaira jellemző. Az értékek az emberi tevékenységből származó torzulás mérsékelt jeleit mutatják és jelentősen zavartabbak, mint a jó állapot feltételei között.
- *Gyenge ökológiai állapot*: A biológiai minőségi elemekre vonatkozó értékek olyan jelentős elváltozásokat mutatnak, amelyek az emberi tevékenység hatásaira vezethetőek vissza. Az életközösségek jelentősen eltérnek azoktól, amelyek a zavartalan állapotú vízterek egyes típusaira általában jellemzőek.
- *Rossz ökológiai állapot*: A biológiai minőségi elemekre vonatkozó értékek az emberi tevékenység hatásaira visszavezethető súlyos elváltozásokat mutatnak. Az életközösségek jelentős hányada hiányzik azok közül, amelyek a zavartalan állapotú vízterek egyes típusaira általában jellemzőek.

A VKI-ban felvázolt vízminősítési eljárás lényege, az emberi tevékenység zavaró hatásaitól mentesnek tekintett ökológiai állapottól való eltérés, azaz a terhelés mértékének számszerű kifejezése. Az információ iránti igény azonban sokrétű, ezért különböző célú monitorozó rendszerek kialakítását javasolja a VKI: 1) *feltáró monitoring*: a természeti viszonyok és a széleskörű emberi tevékenységből származó hosszú távú változások értékelésére; 2) *operatív monitoring*: a víztestek ökológiai állapotában bekövetkező változások, valamint az emberi terhelések mértékének és hatásának értékelésére; 3) *vizsgálati monitoring*: a balesetszerűen, vagy ismeretlen okból bekövetkező terhelések kivizsgálására. A VKI ugyanakkor már nem térhet ki a különféle megfigyelőrendszerek módszertani leírására. A vízminősítési eljárásokat rögzítő útmutatók kidolgozására az EU tagországok ezért munkabizottságokat hoztak létre, szakértők közreműködésével a Közös Végrehajtási Stratégia Keretében.

A hazai környezetvédelmi gyakorlatban használt jelenlegi országos és regionális törzshálózati vízminőségi monitoringrendszerünk európai viszonylatban is a legnagyobb sűrűségű hálózatok közé tartozik. A mintavételezési gyakoriság a fiziko-kémiai paraméterek nagy részénél kétszeresen haladja meg az EU tagországok átlagát, azonban a prioritási listán szereplő komponensek (szennyező-, mérgezőanyagok), valamint a biológiai mérések hiányosak. Több európai ország nemzeti vízminősítő szabványa ezzel szemben már évtizedek óta egyenrangúan figyelembe veszi a biológiai és ökológiai jellemzőket is a hagyományos fizikai-kémiai paraméterek mellett. A hazai gyakorlatban ez nem mondható el.

A Tisza fő medrére vonatkozóan jelenleg egyes fiziko-kémiai változókra és élőlény-együttesekre (fitoplankton, makrozoobenton, halak) eltérő mennyiségű és minőségű adatbázissal rendelkezünk, ugyanakkor a felmérések többsége nem olyan rendszerességgel és nem olyan szempontok alapján készült,

mint amit a VKI megkíván. A folyót kísérő holtágakról, hullámtéri és mentett oldali víztestekről azonban lényegesen kevesebb, térségenként eltérő információ áll csak rendelkezésre. A vizsgálati eljárások és az adatok kezelésének összehasonlításából egyértelműen kitűnik, hogy a magyarországi vízfolyások biológiai monitorozásával kapcsolatban hiányzik az egységes módszertani megközelítés.

Az említett problémák is jelzik, hogy az eddig kidolgozott hazai biológiai vízminősítési módszerek nem felelnek meg a VKI elvárásainak. Az elkövetkező években ezért egy kiterjedtebb, a Magyar Alföld ökorégió alapvető víztípusait magába foglaló és módszertanilag összetett biológiai megfigyelőrendszer létrehozására lesz szükség Magyarországon.

A VKI szempontjainak megfelelő halbiológiai megfigyelőrendszer

A VKI a halak fajegyütteseinek vizsgálatára irányuló vízminősítési eljárások alkalmazását javasolja, és azok közül is az összetett biológiai mutatókra alapozott módszereket. Ezek közül a biológiai integritás index – IBI, '*Index of Biotic Integrity*' – a legismertebb.⁶ A biológiai integritás index meghatározását eredetileg egyes észak-amerikai patakok ökológiai állapotának minősítésre dolgozták ki. Az IBI első változata 12 biológiai mutató alapján jellemezte a halállományt, amelyek három fő kategóriába sorolhatóak: 1) fajösszetétel és fajgazdagság, 2) táplálkozási funkcionális fajcsoportok – trófikus guildek, 3) halak abundanciája és kondíciója. Az eljárás sajátossága, hogy egy-egy vízgyűjtőre, vagy ökorégióra kidolgozott értékelési módszer általában csak jelentős átdolgozást követően alkalmazható egy másik vízgyűjtőn, vagy biogeográfiai területen. Ez azonban nem jelentett problémát, mivel egyre több új regionális vízminősítési eljárás igazolja a módszer eredményes adaptálását.⁷ Minden újabb IBI változat többé-kevésbé módosította az értékelés alapjául szolgáló biológiai mutatók listáját az adott ökorégiónak, országnak, vagy a víztest típusának megfelelően, így az index eddig leírt változatai közel 100 különféle biológiai mutatót alkalmaznak. A halakra alapozott vízminősítő eljárások Európában eddig kevésbé terjedtek el. A biológiai integritás index adaptálására Franciaországban,⁸ Litvániában⁹ és Belgiumban¹⁰ történtek próbálkozások. Ausztriában fejlesztették ki a halállomány vizsgálatára alapozott többszintű értékelési eljárást – MuLFA, '*Multi-level concept for fish-based assessment*'¹¹ –, ami módszertanilag hasonlít a biológiai integritás indexhez.

A biológiai integritás egy adott élőlénycsoport – mint például a halállomány – tulajdonsága. Mértéke az élőlénycsoport szerkezetében megfigyelhető általános degradálódási folyamatok numerikus jellemzésével állapítható meg. A biológiai integritás csökkenését jelzi többek között:

- a természetesen honos fajok számának csökkenése,

- az adventív halfajok számának növekedése,
- az emberi tevékenység zavaró hatásaira érzékeny fajok számának csökkenése,
- a táplálkozási specialisták (inszektivorok, predátorok) arányának csökkenése,
- a táplálkozási generalisták (omnivorok) arányának növekedése,
- az ívásukhoz iszapmentes aljzatot igénylő fajok arányának csökkenése,
- a halállomány morbiditásának növekedése (beteg, fertőzött, torzult egyedek aránya),
- a hibrid halak gyakoriságának növekedése,
- a halállomány egyedsűrűségének csökkenése.

A biológiai integritás fokozatai¹² számos hasonlóságot mutatnak a VKI vízminőségi osztályainak meghatározásában (EC 2000) szereplő halbiológiai kritériumokkal. Az ökológiai állapot változására érzékeny halbiológiai mutatók megfigyelési eredményeit gyakran minőségi arány formájában fejezik ki. A minőségi arány egy-egy biológiai mutatónak az adott helyszínen megfigyelt értéke és a kiváló ökológiai állapot fennállása esetén jellemző értéke közötti viszonyt jeleníti meg.

A VKI három nagyobb kategóriát javasol a halállományt értékelő biológiai mutatókhoz, amelyek bizonyos mértékig eltérnek az IBI eredeti kategóriáitól: 1) *fajösszetétel és fajgazdagság* (magába foglalja a funkcionális fajcsoportokkal kapcsolatos mutatókat is), 2) *abundancia*, 3) *kor-méret eloszlás*. Az EU tagországok szakértőinek közreműködésével egy nemzetközi munkacsoport foglalkozik jelenleg a VKI szempontjainak megfelelő, standardizált halbiológiai monitorozási eljárás kifejlesztésén. A közelmúltban egy előzetes listát állítottak össze 24 olyan biológiai mutatóról, amelyek alkalmasak lehetnek az európai halállományok biológiai integritásának jellemzésére. Az egyes mutatók mérésére számos alternatív lehetőség van: fajok száma, fajok aránya, egyedek száma, egyedek aránya, biomassa mennyisége és biomassa aránya. A mutatók mérési technikáit még tesztelni kell, annak igazodni kell a halállomány szerkezetéhez, a referenciaállapot meghatározhatóságához, továbbá előnyt jelent, ha egyszerű a mutató osztályozása és értékelése a változási tartományán belül.

A halállomány biológiai integritásának meghatározásához, illetve a biológiai mutatók vizsgálatához kizárólag standardizált módon gyűjtött adatok használhatóak, amihez számos mintavételi feltételnek kell teljesülnie,¹³ mint például:

- A hasonló víztípusokon hasonló mintavételi technikák kerüljenek alkalmazásra, azonban a vizsgálatok időzítése a földrajzi helyzettől és a víztípustól függően változhat.
- A halbiológiai adatokat élőhelyenkénti (biotóp) bontásban kell gyűjteni, hogy a különböző élőhelyekről reprezentatív adatokat lehessen nyerni.

Az egyes élőhelytípusok közötti állománykülönbségek figyelembe vétele (sztratifikálás) pontosabb becsléseket eredményez.

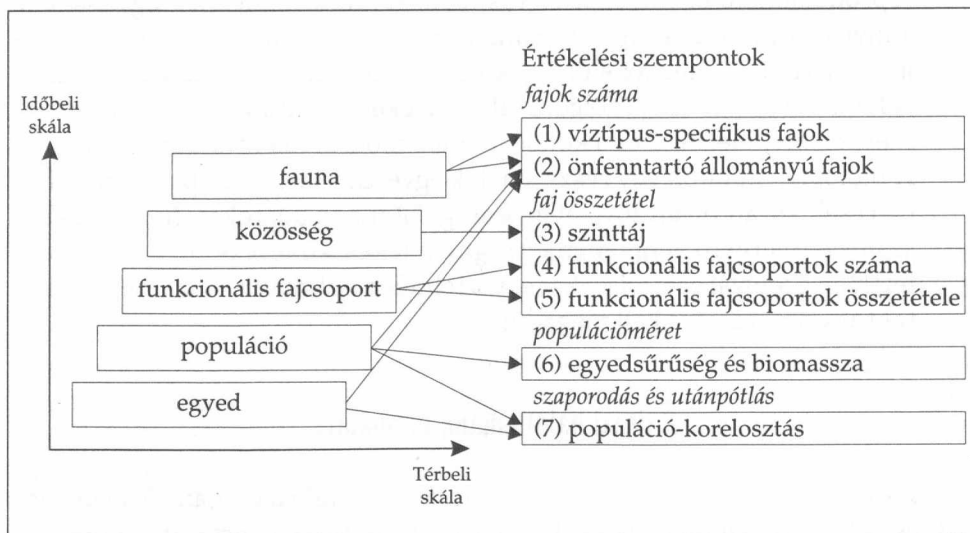
- A felmérések során alkalmazott halászati módszereket legalább olyan mértékben kell standardizálni, hogy az kétségtelenül követhető legyen és reprodukálható eljárásokat biztosítson. A mintavételeknek ugyanakkor annyira rugalmasnak is kell lennie, hogy azok több víztípuson is alkalmazhatóak legyenek az élőhelyek közötti különbségek vizsgálata miatt.
- A felmérési eljárások kidolgozásakor törekedni kell a gyakorlatban rutinszerűen kivitelezhető és a költségkímélő módszerek kiválasztására.
- A biológiai mutatók egy része a halak egyedsűrűségén alapul, ezért a felmérések során olyan formában kell gyűjteni az adatokat, hogy azokból számszerűsíthető állomány nagyságokat lehessen levezetni. Ennek megfelelően a lehalászási adatokat egyértelműen definiált mintavételi területekre vonatkoztatva kell megadni.

A tiszai halállomány vizsgálata

A Szamos és a Tisza magyarországi szakaszát 2000 februárjában károsító cianid- és nehézfém-szennyeződést kiterjedt halpusztulás kísérte, ami indokolta a folyó halállományának rendszeres monitorozását. Az MTA Magyar Dunakutató Állomás (a továbbiakban MDA) kutatási feladatai között szerepel a VKI előírásainak megfelelő halállomány-megfigyelőrendszer megalapozása, ezért a Tiszán olyan felméréssorozatot kezdeményeztet, ami a lehetőségeknek megfelelően figyelembe veszi a VKI szempontjait. A 2000-ben megkezdett tiszai felmérések azonban még alkalmazhatták a jövőben követendő standardizált európai mintavételi és adatértékelési eljárásokat, mivel akkor még javaslati szinten sem dolgozták ki azokat az EU szakértői. Az MDA a tiszai halállomány vizsgálatok a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer keretében, a halbiológiai felmérésekhez javasolt első mintavételi protokoll¹⁴ egyes előírásait követte. Ez azt is jelenti, hogy Magyarországon eddig nem valósulhattak meg olyan standardizált halbiológiai felmérések, amelyek megfelelnek az EU követelményeinek. A rendelkezésre álló adatok – akkor is, ha kvantitatív jellegűek – csupán a halállomány fajösszetételére vonatkozó általános tájékozódásra használhatóak, de EU munkacsoportja által előterjesztett, és a halak állomány nagyságára alapozott kvantitatív biológiai mutatók értelmezésre alkalmatlanok.

A Tisza méretének megfelelő nagyobb folyók (>6 rendű) kiterjedt víztereinél hatékony felméréséhez a nagyobb teljesítményű halászgépek alkalmasak elsősorban, amelyek használatához motorcsónak szükséges. A partvonal menti sekélyebb vízterek és kőszórások felméréséhez kisebb teljesítményű halászgépek is elegendőek. Ezek hatósugara lényegesen korlátozottabb, de nagyobb

**A bióta hierarchikus szerveződési szintjeinek elhelyezkedése
tér- és időbeli skálák mentén, valamint az azokból származó
megfigyelési és értékelési szempontok**



Forrás: Schmutz és társai, 2000.

hatékonysággal gyűjtik a kis méretű halakat. Az eddig megvalósított halbiológiai mintavételek IUP-12 (220 V, 100 Hz) és IG-600 Hans Grassl (600 W, 155 V, 100 Hz, időállandó 3 ms) típusú akkumulátoros halászgéppel történtek.¹⁵

A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer első halbiológiai protokollja a nagyobb folyók esetében 8×15 perces felmérést javasolt az elektromos halászeszközökkel alkalmanként a nappali időszakban. Mivel az elektromos halászat nem alkalmas a halállomány valódi mennyiségének megállapítására, szemi-kvantitatív módon, az egységnyi mintavétellel fogható halak egyedszámának – (*catch per unit effort* – CPUE) – meghatározásával, azaz a 60 perc alatt kifogható halak egyedszámával fejeztük ki a halállomány sűrűségét. Az elektromos halászat hatékonyságát befolyásoló környezeti hatások mérseklésére rétegzett random mintavételi stratégiát alkalmaztunk. A kisebb teljesítményű akkumulátoros halászgéppel a folyó főágában, a kőszórásos partok mentén történtek a felmérések. A magyarországi vízfolyások VKI szerinti osztályozásának hiányában a Tisza hazai szakaszát egyetlen egységes víztípusnak tekintettük, és a halállomány felmérését a folyó főágára korlátozzuk (a cianid szennyezés is ezt érintette).

A Tisza ökológiai állapotának minősítésére, a halakra alapozott többszintű értékelési eljárás – MuLFA, *Multi-level concept for fish-based assessment*¹⁶ – alkalmazását javasoltuk, ami a bióta hierarchikus szerveződésére, valamint a

**Az ökológiai állapot minősítési fokozatainak meghatározása
a halakra alapozott többszintű értékelés szerint**

Szempont	Ökológiai állapot minőségi fokozatai				
	kiváló	jó	tűrhető	gyenge	rossz
Víztípus specifikus fajok	Nem, vagy alig hiányzik	Néhány hiányzik	Több hiányzik	Sok hiányzik	A legtöbb hiányzik
Önfenntartó fajok	Nem, vagy néhány hiányzik	Több hiányzik	Sok hiányzik	A legtöbb hiányzik	Csaknem mind hiányzik
Hal szinttáj	Nincs eltolódás	Nincs eltolódás	Eltolódás	Eltolódás	Eltolódás
Funkcionális fajcsoport szám	Nem hiányzik	Nem hiányzik	Egy hiányzik	Több hiányzik	A legtöbb hiányzik
Funkcionális fajcsoport összetétel	Nincs eltérés	Mérsékelt eltérés	Alapvető eltérés	Teljes eltérés	Teljes eltérés
Egyedsűrűség, biomassza	Nincs, vagy alig van változás	Mérsékelt változás	Alapvető változás	Igen jelentős változás	Rendkívül jelentős változás
Populáció koreloszlás	Nincs, vagy alig van változás	Mérsékelt változás	Alapvető változás	Igen jelentős változás	Rendkívül jelentős változás

Forrás: Schmutz és társai, 2000.

tér- és időbeli szerveződési szintek közötti összefüggésekre épül (59. ábra). A bióta felső szerveződési szintjei (fauna/zoogeográfiai terület) – az alsóbb szintekkel (egyed/mikroélőhely) összehasonlítva – állandóbbak, stabilabbak, nagyobb térséget érintenek és hatásuk erősebb az alsóbb szintekre, mint azok visszahatása. Ennek megfelelően a felsőbb szinteket csak a jelentős és kiterjedt antropogén terhelések képesek megváltoztatni. A hierarchikus szerveződésre való tekintettel, célszerű az ökológiai állapotot is több szinten monitorozni. A különböző mértékű emberi tevékenységek hatásainak kimutatása hatékonyabbá válik, ha a biológiai szerveződési szintekhez (fauna, közösség, funkcionális fajcsoport, populáció, egyed) igazodnak az értékelési szempontok:

1. vízfolyás típusára specifikus halfajok száma;
2. önfenntartó állománnyal rendelkező specifikus halfajok száma;
3. hal szinttáj szerinti fajösszetétel;

4. funkcionális fajcsoportok száma;
5. funkcionális fajcsoportok összetétele;
6. populáció egyedsűrűsége és biomasszája;
7. populáció koreloszlása.

Az ökológiai állapot minősítési fokozatainak több szinten történő értékelésének vázlatát a 25. táblázat foglalja össze. A 'kiváló' állapot teljesen, vagy közel teljesen megfelel a zavartalan referencia állapotnak. A 'jó' fokozatot szignifikáns, de még mérsékelt eltérés jellemzi a zavartalan viszonyokhoz képest. Ekkor már néhány a víztípusra specifikus faj hiányzik, számos természetesen honos faj már nem rendelkezik önfenntartó állománnyal, a funkcionális fajcsoportok és a populációk mérete mérsékeltelen megváltozott, azonban a szinttájak és fajcsoportok száma még változatlan. A 'tűrhető' szinten valamennyi kritérium alapvetően eltér a zavartalan referencia állapottól. Eltolódás mutatható ki a szinttájak helyzetében és egy funkcionális fajcsoport is hiányzik. A 'gyenge' állapotú vízfolyásokat jelentős, a 'rossz' állapotú vizeket pedig szélsőséges eltérések jellemzik az érintetlen viszonyokhoz képest.

A Magyar Alföld ökorégióban a vízfolyások ökológiai állapotának minősítésére alkalmas halbiológiai megfigyelőrendszer kialakítása több évig tartó munka, amelynek során számos részfeladatot kell még megoldani. A módszertani problémák feldolgozása az EU-tagállamokban is kezdeti stádiumban van még, és az adatok értékelési eljárására sem született elfogadott javaslat. A témakörhöz kapcsolódóan kísérleti jellegű felméréseket kell megvalósítanunk a következő években Magyarország különböző vízterein.

A magyarországi Tisza-szakasz halfaunája

A Tisza magyarországi szakaszán a régebbi faunisztikai művek¹⁶ és az újabb kutatások¹⁷ eredményei alapján összeállított faunalista 72 fajt foglal magába (26. táblázat), ami jelentős fajgazdagságra utal magyarországi és európai viszonylatban egyaránt. A korábbi szerzők által leírt fajok közül néhányat – pl. viza, sóregtok, dunai hering, vaskos csabak – nem sikerült kimutatni az utóbbi évtizedekben. Az 1980-as évek kezdetétől 65 halfaj előfordulása volt igazolható. A halfaunában 13 faunaelem adventívnek, és 17 faunaelem pedig allochtonnak minősül. Az allochton fajok közül 6 általában megtalálható a Szamos torkolat feletti Tisza-szakaszon, de lejjebb csak esetleges az előfordulásuk.

A Tisza magyarországi szakaszán autochtonnak tekintett 42 halfajt funkcionálisan csoportosítottuk. Élőhelyhasználat szerint 24 faj reofil, 8 limnofil és 10 eurytop. A szaporodási stratégia alapján: 35 nyílt aljzatra ívó közül 2 pelagofil, 5 lito-pelagofil, 8 litofil, 10 fito-litofil, 6 fitofil és 4 pszammoofil; 2 ivadékrejtő közül 1 litofil és 1 ostracofil; továbbá 5 ivadékkörző faj közül 3 aljzat-

választó fitofil és 2 fészekben ívó fitofil. Táplálkozásuk szerint 27 faj invertivor, 7 predátor, 6 omnivor és 2 herbivor. A migrációs viselkedés alapján 3 anadrom, továbbá 12 hosszú távú potamodrom, 13 rövid távú potamodrom és 14 nem vándorló.

A Tisza ökológiai állapotának értékelése a halbiológiai vizsgálatok eredményei alapján

A Tisza szabad folyású szakaszain 14 helyszínről összesen 58 egységnyi mintához jutottunk 2000-ben és 2001-ben. Ezek 2445 példány halat tartalmaztak. A CPUE átlagos értéke 170 ind h^{-1} volt. Az igazoltan előforduló fajok száma elérte a 39-et. Ezek közül 7 adventív és 2 allochton. A megfigyelések 30 autochton halfaj (az autochton fauna 71%-a) előfordulását egyértelműen jelezték. A nagyméretű tokfélék (4 faj) felbukkanásának valószínűsége rendkívül eleynysző, de még így is 8 autochton faj nem került elő a begyűjtött mintákból. A hiányos autochton fajlista azonban nem a 2000-ben történt cianidszenyeződés hatásával magyarázható, hanem azzal, hogy a halállomány felmérése a főágra korlátozódott, ezért a minták kevésbé reprezentálták a hullámtéri és a mentett oldali állóvizekhez kötődő limnofil fajokat. A Tisza ökológiai állapotának romlását jelzi ugyanakkor a tokfélék 4 fajának (autochton halfauna közel 10%-a) hiánya, ami részben a vándorlási útvonalukon létrehozott akadályokra (vaskapui vízlépcsők), továbbá a középkortól igen intenzív tokhalászatra vezethető vissza.

A 2000-ben megvalósított halbiológiai felméréseink a Tiszalök feletti nagyobb esésű folyószakaszra terjedtek ki, míg 2001-ben elsősorban a kisebb esésű Tiszalök és Szolnok közötti szakaszra. Mindkét térségben a kumulatív fajszám még emelkedő trendet mutatott, azaz a mintavételek folytatásával további fajok előkerülése várható. A kimutatott 30 autochton halfaj többsége (61%) a Tiszalök feletti és alatti vízterületen egyaránt megtalálható volt. Az autochton fajok közül 6 (*Acipenser ruthenus*, *Leucaspis delineatus*, *Gobio gobio*, *Vimba vimba*, *Rhodeus sericeus*, *Gymnocephalus cernuus*) csak Tiszalök felett, 6 (*Esox lucius*, *Abramis sapa*, *Pelecus cultratus*, *Cyprinus carpio*, *G. schraetzer*, *S. volgense*) pedig csak az alsó szakaszon került elő, de ennek ellenére igen hasonló a két vízterület halfaunájának a funkcionális fajcsoportok szerinti eloszlása (60. ábra).

Az eddig összegyűlt vizsgálati eredmények alapján még nem tekintjük teljesnek a halfaunára vonatkozó adatokat. A magyarországi Tisza-szakasz ökológiai állapotának minősítése szempontjából fontos kérdés a halbiológiai szinttájak elhatárolhatósága. A szinttájak esetleges eltolódását nem tudjuk megállapítani a jelenleg rendelkezésre álló adatok alapján, ezért ez az értékelési szempont célirányos kutatást igényel a jövőben. Megfelelő referenciaada-

**A Tisza magyarországi szakaszának és mellékvizeinek halfaunája
a szakirodalmi adatok alapján, valamint az autochton
halfauna funkcionális fajcsoportok szerinti osztályozása.**

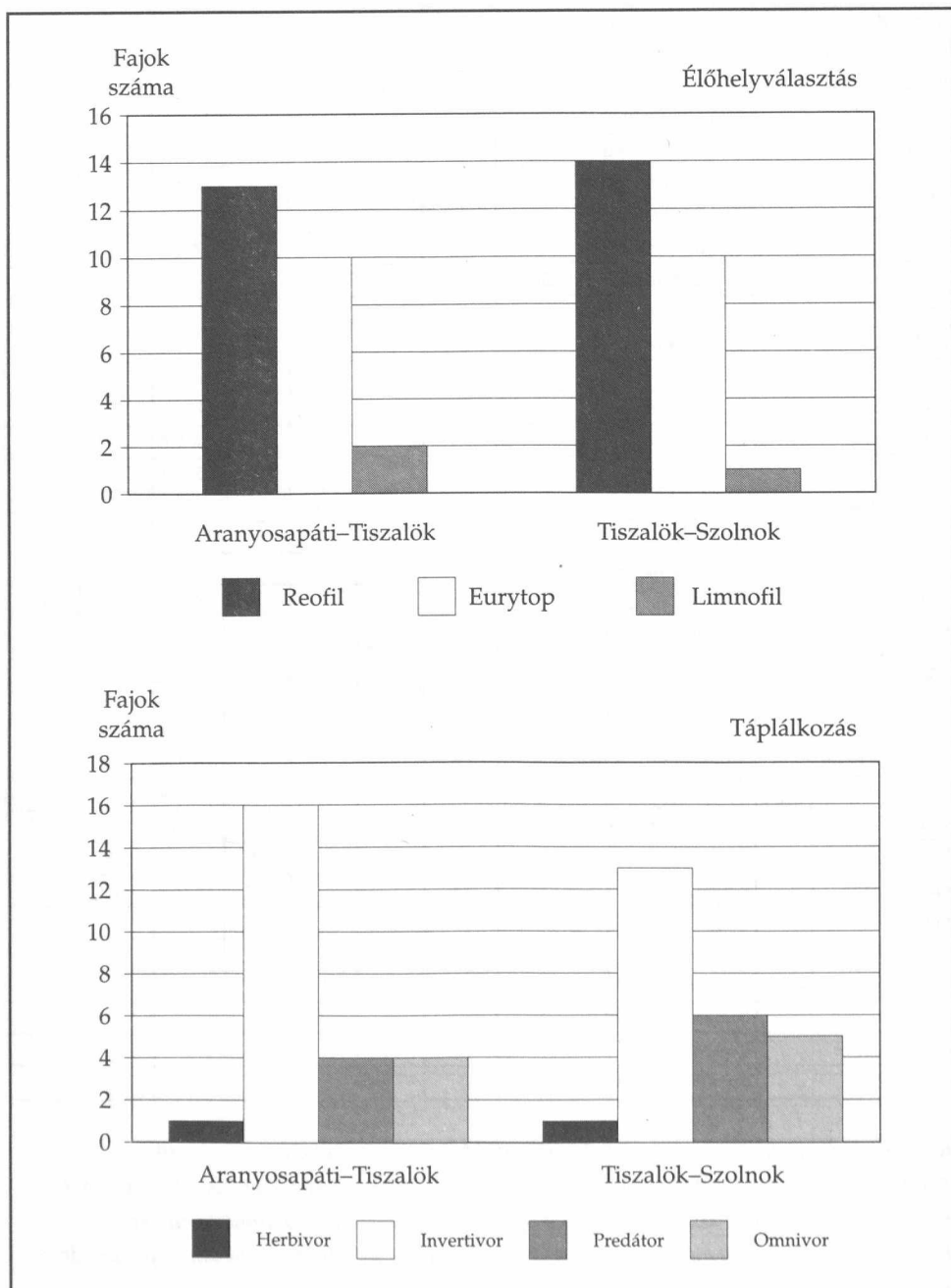
	faj	Au- toch.	Al- loch.	Ad- ven.	Élő- hely	Sza- por.	Táp- lálk.	Ván- dor.
tiszai ingola	Eudontomyzon danfordi		+					
kecsege	Acipenser ruthenus	+			R	A.1.2	In	H
vágótok	Acipenser güldenstaedti	+			R	A.1.2	In	A
sima tok	Acipenser nudiiventris	+			R	A.1.2	In	H
sőregtok	Acipenser stellatus	+			R	A.1.2	In	A
viza	Huso huso	+			R	A.1.2	Pr	A
sebes pisztráng	Salmo trutta		+					
galóca	Hucho hucho		+					
szivárványos pisztráng	Oncorhynchus mykiss			+				
pénzes pér	Thymallus thymallus		+					
dunai hering	Alosa pontica pontica		+					
lápi póc	Umbra krameri	+			L	A.1.5	In	N
csuka	Esox lucius	+			L	A.1.5	Pr	R
bodorka	Rutilus rutilus	+			E	A.1.4	Om	R
leánykancér	Rutilus pigus virgo	+			R	A.1.4	In	H?
amur	Ctenopharyngodon idella			+				
vörösszárnýú keszeg	Scardinius erythrophthalmus	+			L	A.1.5	He	R
nyúl-domolykó	Leuciscus leuciscus	+			R	A.1.3	In	R?
fejes domolykó	Leuciscus cephalus	+			R	A.1.3	Om	R?
jász	Leuciscus idus	+			R	A.1.3	In	R?
vaskos csabak	Leuciscus souffia agassizi		+					
fürge cselle	Phoxinus phoxinus		+					
balin	Aspius aspius	+			R	A.1.3	Pr	R
kurta baing	Leucaspius delineatus	+			L	B.1.4	In	N
küsz	Alburnus alburnus	+			E	A.1.4	In	R
sujtásos küsz	Alburnoides bipunctatus		(+)					
állas küsz	Chalcalburnus chalcoides		+					
karika keszeg	Blicca bjoerkna	+			E	A.1.4	Om	H
dévér	Abramis brama	+			E	A.1.4	In	H
lapos keszeg	Abramis ballerus	+			R	A.1.4	In	H
bagolykeszeg	Abramis sapa	+			R	A.1.3	In	H
szilvaorrú keszeg	Vimba vimba	+			R	A.1.3	In	H
garda	Pelecus cultratus	+			R	A.1.1	In	H
compó	Tinca tinca	+			L	A.1.5	Om	N
paduc	Chondrostoma nasus	+			R	A.1.3	He	H
márna	Barbus barbus	+			R	A.1.3	In	H
Petényi-márna	Barbus peloponnesius petényi	(+)						

26. táblázat folytatása

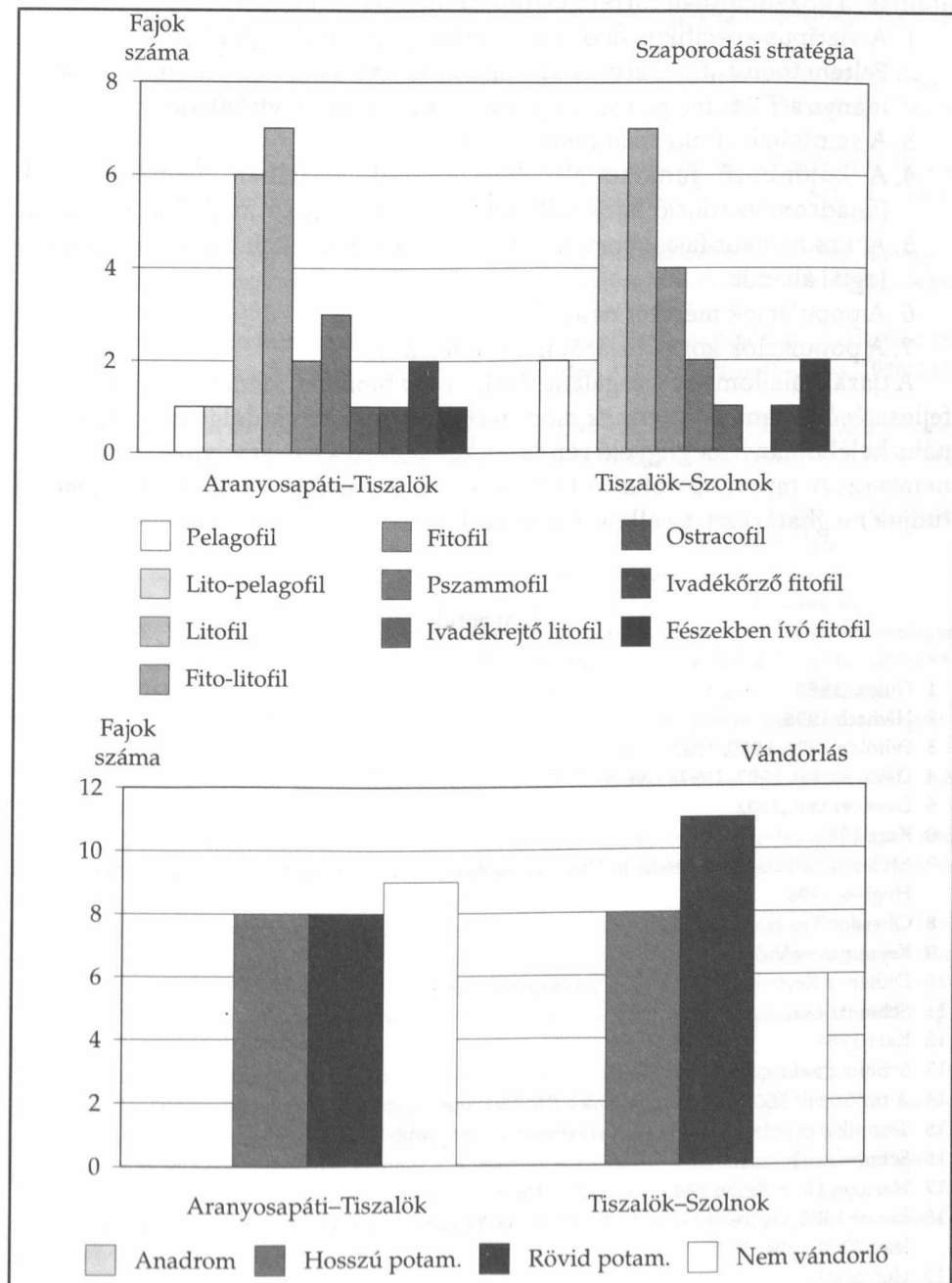
	faj	Au- toch.	Al- loch.	Ad- ven.	Élő- hely	Sza- por.	Táp- lálk.	Ván- dor.
fenékjáró küllő	Gobio gobio	+			R	A.1.6	In	N
halványfoltú küllő	Gobio albipinnatus	+			R	A.1.6	In	N
felpillantó küllő	Gobio uranoscopus		(+)					
homoki küllő	Gobio kessleri		(+)					
kínai razbóra	Pseudorasbora parva			+				
szivárványos ökle	Rhodeus sericeus amarus	+			L	A.2.5	In	N
kárász	Carassius carassius	+			L	A.1.5	Om	N
ezüst kárász	Carassius auratus			+				
ponty	Cyprinus carpio	+			E	A.1.5	Om	R
fehérbusa	Hypophthalmichthys molitrix			+				
pettyes busa	Aristichthys nobilis			+				
kővi csík	Barbatula barbatula		(+)					
réti csík	Misgurnus fossilis	+			L	A.1.6	In	N
vágó csík	Cobitis taenia	+			E	A.1.5	In	N
kőfűró csík	Sabanejewia aurata	+			R	A.1.6	In	N
harcsa	Silurus glanis	+			E	B.1.4	Pr	R
törpeharcsa	Ameiurus nebulosus			+				
fekete törpeharcsa	Ameiurus melas			+				
angolna	Anguilla anguilla		+					
menyhal	Lota lota	+			R	A.1.1	Pr	R?
naphal	Lepomis gibbosus			+				
fekete sügér	Micropterus salmoides			+				
sügér	Perca fluviatilis	+			E	A.1.4	In	R
vágódurbincs	Gymnocephalus cernuus	+			E	A.1.4	In	N
széles durbincs	Gymnocephalus baloni	+			R	A.1.4	In	N
selymes durbincs	Gymnocephalus schraetzer	+			R	A.1.4	In	N
süllő	Stizostedion lucioperca	+			E	B.2.5	Pr	H
kősüllő	Stizostedion volgense	+			R	B.2.5	Pr	R
magyar bucó	Zingel zingel	+			R	A.2.3	In	N
német bucó	Zingel streber		(+)					
tarka géb	Proterorhinus marmoratus			+				
folyami géb	Neogobius fluviatilis			+				
amurgéb	Perccottus glehni			+				
botos kölönte	Cottus gobio		+					
cifra kölönte	Cottus poecilopus		+					

R=reofil, L=limnofil, E=eurytop; A.1.1=pelagofil, A.1.2=lito-pelagofil, A.1.3=litofil,
A.1.4=fito-litofil, A.1.5=fitofil, A.1.6=pszammofil, A.2.3=ivadékrejtő litofil, A.2.5=ostracofil,
B.1.4=ivadékkörző aljzat választó fitofil, B.2.5= ivadékkörző fészeképítő fitofil; In=invertvor,
Pr=predátor, Om=omnivor, He=herbivor; A=anadrom, K=katadrom, H=hosszú t. potamodrom,
R=rövid t. potamodrom, N=nem vándorló.

A Tiszalök feletti és alatti folyószakaszon gyűjtött halfajok eloszlása az élőhelyhasználat, a szaporodási stratégia, a táplálkozás és a vándorlás szerint meghatározott funkcionális fajcsoportok között



A Tiszalök feletti és alatti folyószakaszon gyűjtött halfajok eloszlása az élőhelyhasználat, a szaporodási stratégia, a táplálkozás és a vándorlás szerint meghatározott funkcionális fajcsoportok között



tok hiányában nehézséget jelent továbbá az ökológiai állapot minősítése a halpopulációk mérete és koreloszlása szerint.

A felmérések kezdeti eredményei az alkalmazásra javasolt többszintű értékelési eljárás szerint a magyarországi Tisza-szakasz jó ökológiai állapotára utalnak, a közelmúltban történt cianidszennyeződés ellenére:

1. A víztípus specifikus fajok közül néhány hiányzik \approx jó ökológiai állapot.
2. Feltehetően több víztípus-specifikus halfajnak nincs önfenntartó állománya a Tisza magyarországi szakaszán \approx jó ökológiai állapot.
3. A szinttájak eltolódását nem értékeltük.
4. A különböző funkcionális fajcsoportok általában megtalálhatóak (anadrom vándorló fajok felbukkanása esetleges) \approx jó ökológiai állapot.
5. A funkcionális fajcsoportok összetételében mérsékelt az eltérés \approx jó ökológiai állapot
6. A populációk méretét nem értékeltük.
7. A populációk koreloszlását nem értékeltük.

A tiszai halállomány vizsgálata részben egy biológiai vízminősítő eljárás kifejlesztésére irányul, de ennek módszertana még nincs kidolgozva. Egy regionális halállomány-megfigyelő rendszer kialakítása a cél, amelynek feltételeit a nemzetközi tapasztalatokat értékelve és az EU újabb ajánlásait mérlegelve tudjuk meghatározni az elkövetkező években.

Jegyzetek

- 1 Gulyás 1983.
- 2 Németh 1998.
- 3 Felföldy 1974, 1980, 1987.
- 4 Dévai és tsai. 1992, 1992a, 1992b.
- 5 Dévai és tsai. 1992.
- 6 Karr 1981.
- 7 Miller és társai 1988, Steedman 1988, Wang és társai 1997, Hughes és társai 1998, Ganasan és Hughes 1998.
- 8 Oberdorff és Hughes 1992.
- 9 Kesminas és Virbickas 2000.
- 10 Didier és Kestemont 1996, Belpaire és társai 2000.
- 11 Schmutz és társai 2000.
- 12 Karr 1981.
- 13 Schmutz és társai 2001.
- 14 A protokollt 2002-ben átdolgoztuk a FAME Project újabb módszertani javaslatai alapján.
- 15 Technikai problémák miatt nem alkalmaztunk nagyobb halászgépet.
- 16 Schmutz és társai 2000.
- 17 Herman 1887, Szalai 1945, Vásárhelyi 1960, 1961.
- 18 Endes 1985, Györe és társai 1995, 1999, Harka 1997, Harka és Banărescu 1999, Béres és Ardelean 2000, Sallai 1999.
- 19 Guti 2002.

- Belpaire, C., R. Smolders, I. V. Auweele, D. Ercken, J. Breine, G. V. Thuynne, F. Ollevier: An index of biotic integrity characterizing fish populations and the ecological quality of Flandrian water bodies. *Hydrobiologia*, 2000/434. 17–33.
- Béres, I., G. Ardelean: A Tisza folyó határszakaszának jelentősége Máramaros halfaunájának megőrzésében. *Crisicum*, 2000/3. 189–194.
- Dévai Gy., Juhász-Nagy P., Dévai I.: A vízminőség fogalomrendszerének egy átfogó koncepciója 1. rész. A tudománytörténeti háttér és az elvi alapok. *Acta Biol. Debr. Suppl. Oecol. Hung.* 1992/4. 13–28.
- Dévai Gy., Juhász-Nagy P., Dévai I.: A vízminőség fogalomrendszerének egy átfogó koncepciója 2. rész. A hidrobiológia és a biológiai vízminőség fogalomkörének értelmezése. *Acta Biol. Debr. Suppl. Oecol. Hung.* 1992/4. 29–47.
- Dévai Gy., Dévai I., Felföldy L., Wittner I.: A vízminőség fogalomrendszerének egy átfogó koncepciója 3. rész. Az ökológiai vízminőség jellemzésének lehetőségei. *Acta Biol. Debr. Suppl. Oecol. Hung.* 1992/4. 49–185.
- Didier, J., P. Kestemont: Relationships between mesohabitats, ichthyological communities and IBI metrics adapted to a European river basin (The Meuse, Belgium). *Hydrobiologia*, 1996/341. 133–144.
- EC 2000: Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC Establishing a framework for community action in the field of water policy. European Union, Luxembourg PE-CONS 3639/1/00 REV 1.
- Endes M.: A Kiskörei-víztároló gerincesállat-világa. *Fol. Hist. nat. Mus. Matr.* . 1985/10. 131–148.
- Felföldy L.: A biológiai vízminősítés. *Vízügyi Hidrobiológia*, . 1974/3. VÍZDOK, Budapest.
- Felföldy L.: A biológiai vízminősítés. *Vízügyi Hidrobiológia*, 1980/9. VÍZDOK, Budapest.
- Felföldy L.: A biológiai vízminősítés. *Vízügyi Hidrobiológia*, 1987/16. VÍZDOK, Budapest.
- Ganasan, V., R. M. Hughes: Application of an index of biological integrity (IBI) to fish assemblages of the rivers Khan and Kshipra (Madhya Pradesh), India. *Freshwater Biol.* 1998/40. 367–383.
- Gulyás P.: KGST Biológiai módszerek. *Vízügyi Hidrobiológia*, 1983/12. VÍZDOK, Budapest.
- Guti, G.: A halállomány vizsgálatára alapozott biológiai vízminősítési eljárás kidolgozása Magyarországon az EU Víz Keretirányelv szerint. *Halászatfejlesztés* 2002/27. (in press).
- Györe K., Sallai Z., Csikai Cs.: A Tisza magyarországi felső szakaszának halfaunája. *Halászat*, 1995/88/4. 144–148.
- Györe, K., Z. Sallai, Cs. Csikai: Data to the fish fauna of river Tisa and its tributaries in Hungary and in Romania. In: J. Hamar és A. Sárkány-Kiss (eds.) *The Upper Tisa Valley*, Tiscia monograph series. 1999. pp. 455–470.
- Harka, Á.: Halaink. Természet- és Környezetvédő Tanárok Egyesülete, Budapest. 1997. pp. 1–175.
- Harka, Á., P. Bănărescu: Fish Fauna of the Upper Tisa. In: J. Hamar és A. Sárkány-Kiss (eds.) *The Upper Tisa Valley*, Tiscia monograph series, 1999. pp. 439–454.
- Herman, O.: *A magyar halászat könyve I–II.* A K. M. Természettud. Társulat, Budapest. 1887 pp. 1–860.
- KARR, J. R.: Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 1981/6. 21–27.
- Kesminas, V., T. Virbickas: Application of an adapted index of biotic integrity to rivers of Lithuania. *Hydrobiologia*, 2000/422/423. 257–270.
- Miller, D. L., P. M. Leonhard, R. M. Hughes, J. R. Karr, P. B. Moyle, L. H. Schrader, B. M. Thompson, R. A. Daniels, K. D. Fausch, G. A. Fitzhugh, J. R. Gammon, D. B. Halliwell, P. L. Angermeier, D. J. Orth: Regional applications of an index of biotic integrity for use in water resource management. *Fisheries* 1988/13/5. 12–20.

- Németh J.: A biológiai vízminősítés módszerei. *Vízi Természet-és Környezetvédelem*. 1998/7. KGI Budapest.
- Oberdorff, T., R. M. Hughes: Modification and assessment of an index of biotic integrity based on fish assemblages to characterize rivers of the Seine Basin. *Hydrobiologia*, 1992/228. 117–130.
- Sallai Z.: A ciánszennyezés halfaunisztikai vonatkozásai. *A Puszta*, 1999. (in press).
- Schmutz, S., M. Kaufmann, B. Vogel, M. Jungwirth, S. Muhar: A multi-level concept for fish-based, river-type-specific assesment of ecological integrity. *Hydrobiologia*, 2000/422/423. 279–289.
- Schmutz, S., G. Zauner, J. Eberstaller, M. Jungwirth: Die 'Streifenbefischungsmethode': Eine Methode zur Quantifizierung von Fischbeständen mittelgrosser Fließgewässer. *Österreichisch Fischerei*, 2001/54. 14–27.
- Steedman, R. J.: Modification and assessment of an index of biotic integrity to quantify stream quality in southern Ontario. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1988/45. 492–501.
- Szalai, I. M.: *A Tisza halai*. Különlenyomat az Alföldi Tudományos Intézet 1944. 1945-i Évkönyvéből. 1945. pp. 1–7.
- Vásárhelyi, I.: Adatok Magyarország halfaunájához. I. A Tisza halfaunája. *Vertebrata Hungarica*, 1960/2/1. 19–30.
- Vásárhelyi, I.: *Magyarország halai írásban és képekben*. Borsodi Szemle Könyvtára, Miskolc, 1961. pp. 1–34.
- Wang, L.; J. Lyons; P. Kanehl; R. Gatti: Influences of watershed land use on habitat quality and biotic integrity in Wisconsin Streams. *Fisheries* 1997/22. 6–12.

CSÁNYI BÉLA-JUHÁSZ PÉTER-KOVÁCS TIBOR-
NÉMETH JÓZSEF-VÖRÖS LAJOS-
AMBRUS ANDRÁS-KAVRÁN VIKTÓRIA

Az EU Víz Keretirányelv és a Tisza magyarországi szakaszának biológiai monitorozása

A biológiai monitorozás olyan vízminőség-védelmi tevékenység, amelynek során valamely biológiai változó időbeni alakulását vizsgálják adott mintavételi hálózat mentén abból a célból, hogy a víz minőségére következtethessenek, s ha a megfigyelés során a mért adatok alapján szükségessé válik, beavatkozzanak a vízminőség kedvezőtlen változásának módosítása céljából. A monitorozás egyik fontos kritériuma a rendszeresség, a másik pedig a visszacsatolás megléte, amely alapján aktívan közbe lehet lépni az esetleges szennyezések csökkentése, illetve elhárítása céljából. A monitoring jellegű munkák elkezdésekor ezen túl még egy – a későbbi rutinvizsgálatokhoz képest – nagyobb intenzitású, ún. alapállapot-felvételre is szükség van, aminek az alapján a viszonyítási alap meghatározható.

A Tisza élővilágával kapcsolatosan óriási számban lelhetők fel a megjelent tudományos közlemények, amelyek a folyó élővilágának gazdagságát, illetve változását kísérlik meg feltárni. E vizsgálatok közül jelen fejezetben csak azokat soroljuk fel a biológiai monitorozás tevékenységi körével kapcsolatban, amelyek már a kutatómunka kezdeti stádiumában olyan igénnyel indultak, hogy módszertani irányultságuk mellett rendelkezzenek a monitorozás imént ismertetett kritériumaival, tehát eredményei alapadat-állományként, vagy pedig hosszabb távú tevékenység kiindulásaként jöhetnek szóba. Megállapítható, hogy a monitorozás kritériumainak a regionális Környezetvédelmi Felügyelőségek néhány rendszeres vizsgálata, amelyek a térségben az országos törzshálózat mentén heti, kéthetenkénti, illetve havi gyakorisággal történnek, eleget tesz. Szaprobitás-(S-index) és trofitás(a-klorofill koncentráció)adataik a hazai felszíni vizekre vonatkozó országos törzshálózat Vízminőségi Adatbázisában gyűlnek össze, s a *Vízrajzi Évkönyv*ben jelennek meg.

Fontos eredményei vannak a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR) tevékenységének is, amelyet a Természetvédelmi Hivatal koordinál.

A program célja, hogy bizonyos kiválasztott – többségében veszélyeztetett, védett, nemzetközi listákon (EU Élőhely Irányelv = *Habitats Directive*) szereplő – taxonok hazai reprezentatív populációinak, illetve közösségeinek monitorozásával az ország egészének természeti állapotáról és az abban beálló változásokról nyerjünk információkat.

Végül pedig össze kell foglalni azokat a biomonitorozással kapcsolatos, elsősorban módszertani feltárásra és alapállapot-felmérésre összpontosító kutatási eredményeket, amelyeket a környezetvédelmi szaktárca kezdeményezése nyomán indultak, s amelyek a később kialakításra kerülő, EU Víz Keretirányelv előírásainak megfelelő országos hálózat megtervezéséhez, kialakításához szolgáltatnak hasznosítható adatokat.

Ebben a fejezetben részletesen ismertetjük a 2000-ben érvénybe lépett EU Víz Keretirányelvben (VKI) foglaltakat abból a célból, hogy a hazai vízminőség-védelmi fejlesztés legürgetőbb feladatait ki lehessen jelölni a közeljövőre vonatkozóan. A kérdés azért megkerülhetetlen, mert ennek az irányelvnek alapvető hatása lesz a közeljövőben a biológiai monitorozás továbbfejlesztésére, mivel ennek segítségével kell megvalósítani a hazai víztestek ökológiai állapotának mostanáig elhanyagolt nyomon követését. Ezt követően a Tisza magyarországi szakaszának biológiai monitorozásával kapcsolatos eddigi fontosabb eredményeket, valamint a jövőbeni tennivalókat foglaljuk össze. Először a 2000. év végéig terjedő törzshálózati vizsgálatoknak, túlnyomórészt a szaprobiológiai eredményeknek a vázlatos ismertetésére kerül sor: a rövid módszerelméleti bevezetőt és módszertani leírást a szaprobiológiai elemzés, valamint az a-klorofill tartalom alapján történő állapotértékelés összefoglalója követi. Ezután kísérletet teszünk a VKI kötelezettségeihez kapcsolódó, és a Tiszára vonatkozó eddigi olyan eredmények ismertetésére, amelyek a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (korábban KTM, KHVM., illetve KöM), valamint ezen belül a Természetvédelmi Hivatal által a '90-es években megindított kutatások és módszertani fejlesztések ide vonatkozó vázlatos eredményeit alkotják.

Ezen kutatások során számos alapadat gyűlt össze a Tisza főmedrére, valamint a hullámtéri és mentett területeken lévő holtmedrekre vonatkozóan. Különösen a Tisza vízi makroszkopikus gerinctelen élővilágával (makrozoobenton) kapcsolatosan született sok új faunisztikai eredmény. Ezek az adatok közvetlenül felhasználhatók a VKI által alapvető követelményként rögzített ökológiai állapot-értékelés céljára, különös tekintettel a cianidszennyezést megelőző időszakban, és azt követően a folyó hossz-szelvénye mentén a mederben, a holtmedrekben és a mellékvízfolyások torkolati szelvényeiben tapasztalt változásokra.

Az EU Víz Keretirányelv előírásai

Az Európai Unió Tagállamaiban 2000. végétől a vízzel és vízgazdálkodással kapcsolatos minden törvényi szabályozást az ekkor életbe lépett 2000/60/EU *Water Framework Directive* (EU Víz Keretirányelv, VKI) határoz meg. Korábban a vízminőség módszertani és jogi harmonizációja során a részletekbe bocsátkozó szabályozási gyakorlatot követték, s az egyes komponensekre vonatkozó tennivalókat, a követendő analitikai módszereket, az elérendő határértékek numerikus értékeit külön-külön rögzítették. A jelenlegi direktíva jóval általánosabb szemléletű a korábbiakhoz képest.

A Keretirányelv által megfogalmazott legfontosabb cél a felszíni vizek, így a szárazföldi felszíni vizek, átmeneti (tranzícionális) és tengerpart menti vizek (brakkvizek), valamint a felszín alatti vizek általános védelme. A Keretirányelv abból az alaptételből indul ki, hogy ha a víztér természeteshez közeli, illetve az eredeti, természetes állapotában van, akkor a benne található élőlényegyüttesek is sértetlenül, az emberi beavatkozástól és szennyezésektől mentes, azaz természetes állapotukban vannak jelen. Az elérni kívánt célnak tehát a természetes állapotot tekintik, mivel az alapfeltételezés szerint ez jellemezhető kiváló vízminőséggel, s ez az élőlényegyüttesek számára fennálló vízminőség egyben a különféle emberi használatok számára is kiváló minőséget jelent. A VKI éppen ezért előírja, hogy a különféle vízterek ökológiai állapotának pontos nyomon követése elsőrendű fontosságú, a vízi élőlényegyüttesek, valamint a hozzájuk csatlakozó szárazföldi és nedves területeken található ökoszisztémák védelme ennek következtében vitathatatlanul lényeges feladat. Mindezek alapján nyilvánvaló, hogy az EU vízpolitikájában a korábbiakhoz képest alapvető paradigma-váltás történt.

A VKI előírja, hogy minden tagországnak meg kell neveznie a területén található, vizsgálni szükséges és ezek alapján az EU felé rendszeres jelentési kötelezettséggel bíró vízttereket (ún. vízttesteket, *water bodies*), ki kell dolgozni ezeknek a vízttesteknek a megfelelő tipológiai besorolási rendszerét, s az egyes víztípusoknak megfelelően meg kell jelölni az emberi beavatkozástól mentes, tehát viszonylag érintetlen élővilággal jellemezhető ún. referenciális vízttereket. A természetes vízttestek mellett a VKI javaslatot tesz az emberi tevékenység hatására nagymértékben megváltoztatott, vagy éppen annak révén létrehozott vízttestek csoportjának megalkotására is (*heavily modified water bodies*).

A Keretirányelv egyértelműen kijelöli a vizsgálni szükséges ökológiai célváltozók körét (*ecological target variables*), amelyek a következők:

- Vízi növényzet (fitoplankton, fitobentosz, makroszkopikus algák és makrofiton fajösszetétele és abundanciája);
- Vízi makroszkopikus gerinctelen állatok (makrozoobenton fajösszetétele és abundanciája);

- *Halak* (faj- és korcsoport-összetétele és abundanciája);
- *A biológiai szempontból releváns fizikai és kémiai komponensek*

Az EU Víz Keretirányelv keretjellegét éppen az mutatja, hogy nem javasolnak kötelező módszert a vizek biológiai változóinak nyomon követésére, csupán a vizsgálni kívánt komponensek körét teszik kötelezővé, vagyis azt rögzítik tehát, hogy a felsorolt három vízi élőlényegyüttessel kapcsolatban rendszeres kvalitatív és kvantitatív adatgyűjtésre egyaránt szükség van.

Az ökológiai állapot minősítése három minőségi fokozat alapján történik.

- A *Kiváló* fokozatú állapot (*High quality status*) az emberi beavatkozásoktól mentes, ún. „szentély jellegű” élőhelyeket jellemzi. Az egyik első feladat ezért az, hogy ezen élőhelyeket nemzeti listán tüntessék fel abból a célból, hogy az összes többi élőhely számára ún. *referenciahelyként* szolgáljanak. A referenciahelyek tehát az eredeti ökológiai állapotban lévő, szennyezésektől mentes, természetes élőlényegyüttessel rendelkező vizek. A természetes víztestekben a kiváló ökológiai státusz, a mesterséges és nagymértékben befolyásolt víztestekben pedig a kiváló ökológiai potenciál definiálására van szükség.
- A *Jó* fokozat (*Good quality status*) a csekély emberi beavatkozást tükröző élőhelyeket takarja. Egységes feladatként jelentkezik minden tagországban, hogy a vízminőség-védelmi beavatkozások eredményeképpen meghatározott időszak elteltével minden vizsgált mintavételi szelvénynek legalább ebbe a fokozatba kell majd tartoznia.
- Végül a *Gyenge* fokozat (*Fair quality status*) az erőteljes emberi tevékenység következtében tönkretett élőhelyeket jelöli, amely kategórián belül végül is meg lehet különböztetni a III., IV. és V. osztályú fokozatokat is.

A referenciahelyek szentély jellegének hangsúlyozása sok helyen, így hazánkban is számos félreértésre adhat okot. A szentély kifejezéssel ugyanis Magyarországon néhányan olyan holtágakat és holtmedreket jelölnek, amelyeknek a folyó fő medrével való közvetlen összeköttetése általában az emberi beavatkozás következtében mára már erősen korlátozott mértékű, illetve sok esetben meg is szűnt. A lefűzött, lefűződött holtmedrek ökológiai állapota számos esetben egyáltalán nem – adott esetben viszonylagos érintetlenségük ellenére sem – nevezhető eredetinek, természetesnek, mivel ezek a holtmedrek a feltöltődés különféle, általában igen előrehaladott stádiumában vannak, s inkább sürgős beavatkozásra szorulnak, mintsem fokozott védelemre. Emiatt semmi sem indokolja megkülönböztetett státusukat, viszont vízpótlásuk, fenntartásuk, hasznosításuk a jelenlegi Víz Keretirányelv értelmében egyaránt széleskörű revízióra szorul. A Tisza menti holtmedrek jelenlegi állapotát tehát ökológiai célállapotnak sem célszerű kijelölni.

Nyilvánvaló, hogy holtmedret nem lehet referenciaként használni élő mederhez, de referenciahelyként olyan szakaszt kell kiválasztani, ahol a zavar-
talanság nem csak a faunára terjed ki, hanem ezzel együtt a természetes

mederfejlődési folyamatokra is. Vagyis kanyarulatok szabadon keletkezhetnek, elfajulhatnak, lefűződhetnek, és az így keletkező víztestek – noha többé-kevésbé állóvíz jellegűek – ugyanúgy részei a folyóvölgyi életközösségnek, mint maga az eredeti vízfolyás. Természetes keletkezésük és fejlődésük, feltöltődésük szinte pótolhatatlan ökológiai folyamat.

Hasonló megfontolásból felső szakasz jellegű folyószelvény azért nem lehet közép- és alsó- szakasz jellegű szelvény viszonyítási alapja, mert az eltérő hidromorfológiai és hidraulikai viszonyok alapvető faunisztikai különbségeket eredményeznek. Erre a legkiválóbb példát a magyarországi Tisza Szamos feletti rövid és a Szamos-torkolat alatti hosszú szakaszának alapvetően eltérő bentikus faunája mutatja. Kovács és munkatársai a Felső-Tiszán több mint 15 olyan kérészfajt mutattak ki, amelyek egyáltalán nem fordulnak elő a lejjebb elterülő mintegy 600 km hosszú folyószakaszon.

A Keretirányelvben szereplő *ökológiai vízminőség* fogalmát általában a vízi élet számára nyújtott megfelelő életfeltétel-együttesként határozzák meg. A megfelelően a természetet, vagy az ahhoz közeli állapotot, vagyis az emberi beavatkozástól mentes körülményeket értik, amely alapján az illető víztér az említettek értelmében a „Kiváló” minősítésű osztályba sorolható. A Kiváló minősítéssel jellemezhető élőhelyek, mintavételi szelvények képviselik érintetlen élőviláguk révén a viszonyítási – tehát referencia- – állapotot. A további biológiai minősítő eljárás során ezek biológiai állapotához kell az összes többi vizsgált szelvény biológiai állapotát viszonyítani annak érdekében, hogy a környezeti károsodás foka az adott vízminőségi osztály értékével reálisan kifejezhető legyen.

Az elmondottak alapján jól láthatók a megfelelő referenciaállapot jellemzésének nehézségei. A további elemzés helyett inkább arra utalunk, hogy számos esetben, elsősorban az alsó folyószakaszokra vonatkozóan valószínűleg deduktív módszerekre van szükség a korábbi, természetes állapotot tükröző ökológiai állapot és fauna becsléséhez. Általában ez a munkafázis okozta eddig a legtöbb gondot az EU referenciafeltételeket kidolgozó REFCOND munkacsoportjában is.

A magyarországi biológiai vízminősítés további céljaival kapcsolatban tehát világosan lehet látni azokat az igényeket, amelyeket az EU irányelvei számmunkra is egyértelműen kijelölnek. Az EU Víz Keretirányelvben megfogalmazott ökológiai célállapot rögzíti, hogy a hatályba lépést követő tizenhat éven belül minden EU tagállam összes vízterében az összes mintavételi szelvény biológiai minősége legalább a „Jó” kategóriába (vízminőségi osztályba) kell, hogy sorolható legyen. A vízterek ökológiai státuszának, illetve potenciáljának megítélésére tehát a makroszkopikus és mikroszkopikus vízi növényzet (makrofiton és fitoplankton) állományait, a vízi makroszkopikus gerinctelen (makrozoobenton) élőlényegyüttes állományait, valamint a halak állományait kell használni, vagyis e komponensek jelentik az ökológiai (szünbiológiai) célváltozók rendszeresen vizsgálni kívánt körét.

A Keretirányelv szintén rögzíti, hogy a biológiai szempontból releváns fizikai-kémiai mutatók rendszeres vizsgálatára, valamint az ún. kiemelt fontosságú szennyezőanyag-komponensek (*priority pollutants*) rendszeres nyomon követésére szintén szükség van. Felszíni vizek esetében a korábban felsorolt szünbiológiai, valamint az említett fizikai-kémiai, felszín alatti vizek esetében pedig a vízmennyiségi és fizikai-kémiai változók rendszeres vizsgálatát írják elő.

A Vízi Keretirányelv bevezetésével, illetve végrehajtásával kapcsolatban az EU-tagországok már eddig is számos szakértői csoportot hoztak létre. A VKI előírásai szerint a víztestek kijelölése és hidrológiai-morfológiai jellemzése, víztípusokba sorolása, az erősen módosított víztestek beazonosítása megkezdődött és várhatóan ez év végére befejeződik. A víztestek részletes állapotértékelésének, jellemzésének elvégzése 2004. év végéig meg kell, hogy történjen. E feladat, valamint a típusspecifikus referenciahálózat kialakítása, az ökológiai vízminősítési rendszer kidolgozása, a jelenlegitől eltérő rendszerű, ún. többszintű monitoringrendszer megtervezése feltételezi a felszíni vízkészletek jelenlegi ökológiai állapotának a VKI által előírt mélységű ismeretét.

A magyarországi felszíni vizek monitoringhálózata az érvényben lévő MSZ 12 749 alapján jelen állapotában nem felel meg az EU Vízi Keretirányelvben (VKI) foglalt előírásoknak, mivel még nem történik rendszeres alapadatgyűjtés néhány fontos, az irányelvben rögzített, kötelezően előírt biológiai komponensekre vonatkozóan az országos és regionális törzshálózat mentén. Így e téren a jelenleg meglévő ismereteink hiányosak, ezért szükséges a rendelkezésre álló – elsősorban a felszíni vizek biológiai állapotára vonatkozó – eddigi információk összegyűjtése, illetve a hiányzó adatok pótlását szolgáló vizsgálati program végrehajtása, mely előzetes szakértői becslések szerint tetemes költséget jelentene a következő néhány évben. Az állapotfelmérés eredményei alapján tervezhető meg a felszíni vizek ökológiai vízminőségi monitoringhálózata, felállítható a nemzeti vízminőség-védelmi adatbázis, lehetségesé válik a referencia-vízterek kijelölése, valamint a feltárt adatsorok alapján részleteiben kidolgozhatók a vízminőség-értékelő módszerei és megalapozhatók a későbbi szennyezéscsökkentő programok. A feltáró monitoringvizsgálatok költségeinek egy része valószínűleg nemzetközi projektkeretből finanszírozható lesz.

Olyan előkészítő munkára van tehát jelenleg szükség, amely összefoglalja az ökológiai feltérési programmal kapcsolatos tevékenységeket, módszertani és módszerelméleti megfontolásokat, valamint szakmai szempontból előkészíti az ökológiai állapotfelmérés során megvalósítani kívánt együttműködést a regionális környezetvédelmi felügyelőségekkel. Mindez várhatóan hosszú évekre meghatározza majd a hazai vízminőség-védelmi szakemberek kutatási tevékenységének irányát és témakörét.

Összefoglalóan tehát az állapítható meg, hogy az EU Vízi Keretirányelv teljes koncepcionális váltást tükröz. Az eddig érvényben lévő, a vízre vonatkozó

számos direktíva (pl. felszíni vizek, felszín alatti vizek, nitrát, települési szennyvíz-direktívák aspektusai) kémiai szempontú szabályozást biztosít. Az EU mai vízpolitikájában viszont az egészséges ökológiai állapot helyreállítására helyezik a hangsúlyt, s emiatt a biológiai komponensek rendszeres monitorozásának kulcsszerepe van.

A biológiai monitorozás eddigi gyakorlata a Tiszán

Szaprobitás

A szaprobitás a biológiai vízminősítés legrégebbi fogalma, sokáig a biológiai vízminősítéssel azonos értelemben használták. A fogalom különféle definícióiban leggyakrabban a szerves anyagok, szerves szennyezés, szervesanyag-lebontás, valamint a heterotrofikus élőlények szerepelnek. A hazánkban leggyakrabban használt meghatározások közül a szaprobitás fogalmának definíciója a következő:

- „Szaprobitás a szerves anyagokat szervesen összetevőkre bontó és ezzel a vízminőséget befolyásoló adottságok és jelenségek gyűjtőfogalma: a heterotrofikus élőlények számára táplálékul szolgáló, 'hozzáférhető' szerves tápanyagok minősége, mennyisége és változása a vízben, a szervesanyagot bontó, heterotrofikus élőlények minősége, ... mennyisége és működésüknek (= szaprobio) a víz minőségét alakító folyamatai”.¹

A szaprobiológiai vizsgálat hazánkban máig legelterjedtebb módszere a planktonikus vízi élőlénytársulások élő mintáinak elemzésén alapuló szaprobitásindex (S) meghatározása. A módszer Kolkwitz és Marsson² eredeti munkái óta számos változáson ment át,³ a hazánkban alkalmazott változatát Gulyás⁴ munkái és az MSZ 12756-1997 szabvány tartalmazzák. A szaprobiológiai vizsgálat a plankton, az élőbevonat valamint a mederüledék élőlényegységeinek elemzésén alapul.

A szaprobitásindex kiszámításához az előkerült taxonok következő jellemzőit kell figyelembe venni:

- az adott taxon állományának ordinális skálán mért tömegessége (helytelenül gyakoriságnak, vagy relatív gyakoriságnak is nevezik),
- az adott taxon s_i szaprobiológiai indikátor értéke,
- az adott taxon G_i indikátor súlya.

A szaprobitás fokozatait Felföldy⁵ 10-fokozatú (ordinális) skálája szerint az 27. táblázatban foglaltuk össze.

Az S-indexnek, a szaprobitás tíz fokozatának, a KOI és az a-klorofill mennyiségének összefüggése az MSZ 12749: 1993 szabvány vízminőségi osztályhatárértékeivel (28. táblázat) a következő:

A szaprobítás fokozatai Felföldy⁶ szerint

Szaprobítés-fok	Pantle-Buck index	KOI _{ps} (O ₂ g/m ³)
0 aszaprobikus	0	0
1 katarobikus	< 0,50	< 1,0
2 oligoszaprobikus	0,50–1,30	1,0–1,5
3 oligo-béta mezoszaprobikus	1,31–1,80	1,5–2,5
4 béta-mezoszaprobikus	1,81–2,30	2,5–5,0
5 alfa-béta-mezoszaprobikus	2,31–2,80	5–10
6 alfa-mezoszaprobikus	2,81–3,30	10–30
7 mezo-poliszaprobikus	3,31–3,80	30–60
8 poliszaprobikus	3,81–4,00	> 60
9 euszaprobikus	értékelhetetlen nyers szennyvíz	

A vízminőségi osztályba sorolás a szaprobítás-fok, a KOI_{ps} és az a-klorofill koncentráció alapján (MSZ 12749)

	S-index	Szaprobítás-fok	KOI _{ps}	Klorofill-a
I. oszt.	0–1,80	0–3	0–5,0	< 10
II. oszt.	1,81–2,30	4	5,1–8,0	11–25
III. oszt.	2,31–2,80	5	8,1–15,0	26–75
IV. oszt.	2,81–3,30	6	15,1–20,0	76–250
V. oszt.	> 3,30	7–8	> 20	> 250

Megállapítható, hogy a magyarországi törzshálózatban az S-index alapján jelenleg öt vízminőségi osztályt lehet elkülöníteni, de a külföldi eljárásokkal összehasonlítva az a legjelentősebb különbség, hogy nálunk még mindig csupán az élőplanktonminta alapján történik a szaprobiológiai vizsgálat. A vízminőségi adatbázisban csak az S-index értékeket rögzítik, a taxonlistákat nem dokumentálják. Mindezeket a közeljövőben sürgősen változtatni kell.

A szaprobítás és az a-klorofill-koncentráció a Tiszán 1999 és 2001 között

A Tisza biológiai monitorozása során az S-index és az a-klorofill-tartalom vízminőségi adatbázisban található országos törzshálózati adatait használtuk fel a kiválasztott mintavételi szelvények osztályba sorolásához (61–62. ábra). Mindkét komponens vizsgálata kéthetenkénti gyakorisággal történik, ezért a

Tisza mentén működő 5 Környezetvédelmi Felügyelőségnek évente összesen általában 26, a három összesített év során pedig 78 mérése van, amelyek alapján a szelvények minősítését az MSZ 12749 előírásai alapján az adatok 90%-os tartósságát figyelembe véve végeztük.

A szaprobitás alakulásával kapcsolatban megállapítható, hogy alig van eltérés a három egymás utáni év és az egyes évek 90% tartósságú S-index értékei között, a szaprobitásindex ugyanis Tiszabecstől a déli országhatárig (Tiszasziget) enyhe mértékben növekszik. A három év adatainak lineáris regresszióval történő közelítése ezt kellőképpen kifejezi (61. ábra).

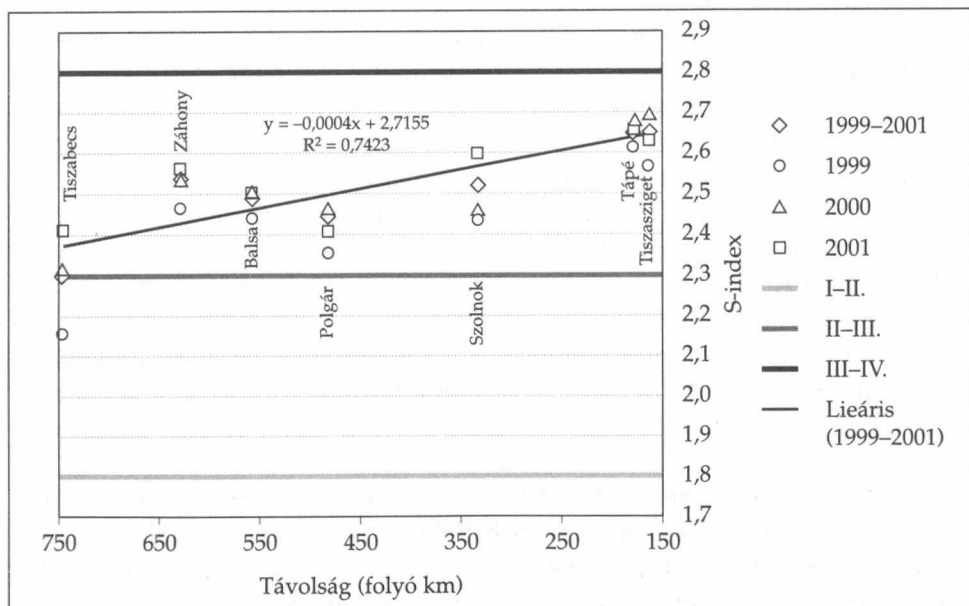
A vizsgált szelvények közül a tiszabecsi mindenképpen kiemelkedik, mivel kizárólag csak ott mérhető II. osztályú vízminőség a szaprobitás alapján. A Tiszaadony-Aranyosapáti szelvénye felett beömlő Szamos érzékelhetően megnöveli az S-index értékét, amely Polgárig ugyan ismét csökkenő tendenciát mutat, de Szolnokon már meghaladja a Szamos torkolat alatti Záhonymál regisztrált értéket. A Tisza tehát jóformán a Szamos torkolatától végig harmadosztályú a szaprobitásindex alakulása szerint, amely értékei általában a harmadosztály középső tartományában mozognak.

Az a-klorofill-tartalom ugyanezt a tendenciát látszik igazolni, csak fokozott mértékben (62. ábra), hiszen a Tiszabecsnél mérhető klorofilltartalom alapján I. osztályba sorolható szelvény igen hamar, a Szamos hatására már III. osztályúra mérséklődik, a tartomány IV. osztályhoz közeli sávjában elhelyezkedve. Hasonlóan látványos ugrást lehet regisztrálni Tiszaszigetnél, amely Szeged és a Maros torkolata alatt fekszik, s jól mutatja a Dél-Erdélyből érkező egyik legfontosabb befolyó hatását. A Tisza minősége Tiszafüred és Szeged között az a-klorofill mennyisége alapján többnyire az I. osztályhoz közel, a II. osztályban helyezkedik el a három vizsgált évben. Az is megállapítható, hogy 1999 folyamán, tehát a súlyos cianid- és a nagymértékű nehézfémsszennyezéseket megelőző évben némileg jobb képet kapunk a Szamos torkolata alatti Záhony szelvényétől egészen Tiszafüredig, amely azonban csak Polgár térségében jár egyértelmű osztály kategória-javulással.

Az országos törzshálózat mentén eddigiekben szereplő biológiai komponensek eredményei alapján összefoglalóan megállapítható tehát, hogy a S-index nem kellőképpen érzékeny módon fejezi ki az eltérő vízminőségi állapotokat a folyó mentén, hiszen a teljes magyarországi Tisza-szakaszt általában a harmadosztályba sorolja. A klorofilltartalom, mint biotikus komponens pedig egy olyan globális jellegű mutató, amely ugyan fontos, a trofitással kapcsolatos terhelésre hívja fel a figyelmet, de a pontosabb biológiai állapotra vonatkozóan információszegény jellemző. Sürgető szükség mutatkozik tehát a vízminőség-védelem olyan biológiai szempontú fejlesztésre, amely alapján vizeink biológiai állapota jobban nyomon követhető.

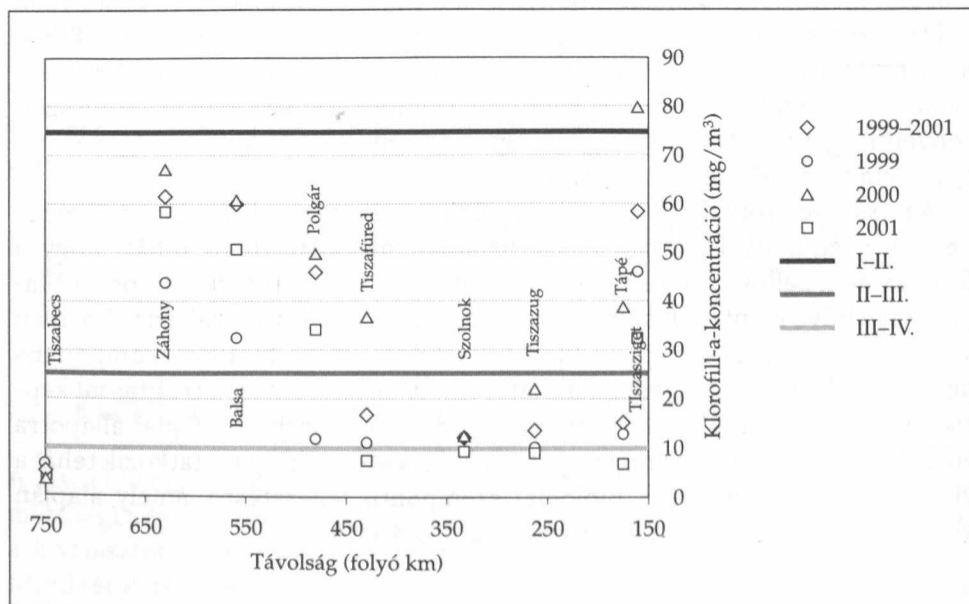
61. ábra

**Az S-index 90% tartósságú értékeinek alakulása
a Tisza országos törzshálózati mintavételi helyein 1999 és 2001 között**



62. ábra

**Az a-klorofill 90% tartósságú értékeinek alakulása
a Tisza országos törzshálózati mintavételi helyein 1999 és 2001 között**



A Víz Keretirányelv követelményeihez illeszthető biológiai monitorozás a Tiszán

A hazai környezetvédelmi gyakorlatban, ezen belül a vízminőség-védelemben határozott változásokat lehet tetten érni, amelyek abból fakadóan, hogy mélyreható intézményi változtatást is igényelnek a közeljövőben, talán kevésbé szembetűnők. Az egyik jelentős változás az, hogy 2001-től a regionális Környezetvédelmi Felügyelőségek munkája a vízi makrogerinctelen-együttes rendszeres monitorozásával bővült. Erre úgy kerülhetett sor, hogy a Víz Keretirányelv szempontrendszere alapján a makrogerinctelenek országos léptékű felmérését követően a Környezetvédelmi Felügyelőségek biológusai több lépcsős módszertani továbbképzés keretében sajátították el a mintavétellel, mintafeldolgozással és értékeléssel kapcsolatos feladatokat, tennivalókat. Természetesen még hosszú időnek kell eltelnie ahhoz, hogy ez a tevékenység minden tekintetben megfeleljen az EU Víz Keretirányelv által hazánkkal szemben támasztott követelményeknek (taxonómiai felkészültség javítása, minőségbiztosítási rendszer kidolgozása, interkalibráció, stb.), de mindenképpen figyelemre méltó, hogy Magyarország a fejlett európai országok gyakorlatát követve a vízminőség-védelem és a víz biológiai komponensek segítségével nyomon követett ökológiaiállapot-értékelése terén mára jelentősen előbbre lépett.

További változást jelent, hogy a törzshálózat mentén rendszeres vizsgálatok indultak az üledékfázis szerves és szervetlen mikroszennyezőinek nyomon követésével kapcsolatban is. A Tisza esetében a nehézfémek feltárásának kulcsfontossága van mind a víz-, mind pedig az üledékfázisban, valamint a vízi élőlényekben. Megállapítható, hogy az eddig összegyűjtött információ-mennyiség között csupán néhány olyan eredmény van, amely a magyarországi Tisza-szakasz teljes hosszára vonatkozik. Még kevesebb azonban az olyan eredmény, amely a vízi élőlényekre nézve adna részletes felvilágosítást. Ugyancsak hiányosak az adatok a medren kívüli hullámtérrel és a biológiai kompartmentekkel kapcsolatban. A rendszeres törzshálózati adatgyűjtés remélhetőleg jelentősen javít majd ezeken az elmaradásokon.

A Víz Keretirányelv követelményeihez illeszthető hazai biológiai monitorozás példái jelenleg még csak a fitoplanktonra és a vízi makroszkopikus gerinctelenekre szorítkoznak.

Vízi növényzet (fitoplankton, fitobentosz, makrofiton)

Megállapítható, hogy a VKI által kötelezően előírt, a hossz-szelvény sodorvonala mentén végzett *fitoplankton*-vizsgálatok a magyarországi gyakorlatban részletesen kidolgozott formában szerepelnek. Emellett nemrégiben a fitoplankton törzshálózat mentén végzett monitorozásához az ún. minőség-biz-

tosítási rendszer (*quality assurance*) és interkalibráció elemeinek kialakítása és kipróbálása is megkezdődött. Az adatok megbízhatósága, a monitorozásban résztvevők munkájának színvonala ez által a jövőben valószínűleg tovább növekszik, ami a biológiai monitorozás számára nélkülözhetetlen feltétel, nemcsak az EU szintjén, hanem a két- és többoldalú nemzetközi együttműködések esetében is.

A *fitobentosz* és a *vízi makrofiton* együttesek rendszeres vizsgálata Magyarországon még nem indult meg. A módszertani feltárás és kutatómunka az MTA Dunakutató Állomás tevékenységéhez kapcsolódik, s a két vízi élőlény-csoporttal kapcsolatos eljárás bevezetésének nincs akadálya. Meg kell jegyezni, hogy a folyó gyakori és nagymértékű vízszint-és vízhozam-ingadozásai, valamint nagy lebegőanyag-tartalma miatt valószínűleg a mesterséges aljzat benépesülésével kapcsolatos vizsgálatoknak van jövője. Mindkét élőlényegyüttesnek jóval nagyobb szerepe van a Tisza mentén kialakult, illetve kialakított, jórészt a szabályozásoknak köszönhető, állandóbb vízszintű holtmedrek, vízterek esetében, amelyek vizsgálatára a VKI rendelkezései szerint a közeljövőben valószínűleg szintén sor fog kerülni. A fitobentosz és vízi makrofiton monitorozásához tehát mihamarabb közre kell adni a releváns kézikönyveket, amelyhez a nemzetközi szakirodalom megfelelő segítséget nyújthat.

A Tisza jellemzése a fitoplankton monitorozása alapján

A Tisza fitoplanktonjának mennyiségi viszonyairól, valamint fajösszetételéről a jelenlegi vizsgálatok eredményeivel is összehasonlítható adatok első sorban Uherkovich,⁷ valamint Hamar⁸ munkáiban találhatók.

A *Kiskörei-tározó* kvalitatív és kvantitatív algológiai vizsgálatának első eredményeiről Hamar⁹ tanulmányai tájékoztatnak.

A *Tisza-holtágak* algológiai feltárásának legjelentősebb eredményeit Pákh,¹⁰ Hortobágyi,¹¹ Kiss I.,¹² Dobler,¹³ Dobler és Kovács,¹⁴ Kovács,¹⁵ Szabados,¹⁶ Uherkovich és Németh¹⁷ dolgozatai tartalmazzák.

A fitoplankton tömegességét idézett tanulmányokban, valamint a törzshálózati vizsgálatok eredményeit tartalmazó jelentésekben többnyire az állománysűrűséget kifejező mértékegységben (pl. individuum/ml) adják meg. Vizek trofitásfokának jellemzésére a biomaszra adatok alkalmasabbak, mert összehasonlíthatók az a-klorofill-koncentráció eredményekkel. A fitoplankton biomaszra a-klorofill-tartalma általában a 0,1–1,0% értéktartományban van, átlagos értékére a 0,4–0,5% elfogadott.¹⁸ Jelen tanulmányban a mennyiségi fitoplankton vizsgálatok eredményeit minden esetben biomaszában ($\mu\text{g/l}$) adjuk meg.

2000 februárjában, a Tisza romániai eredetű rendkívüli cián- és nehézfém-szennyezésének levonulása után megkezdtuk a Tisza és mellékvízfolyásai fito-

planktonjának kvalitatív és kvantitatív vizsgálatát, mintegy 40 mintavételi ponton, kéthetes gyakorisággal. A kvalitatív algológiai vizsgálatok a természetvédelmi szempontból jelentős holtágakra és egyes mellékvízfolyásokra is kiterjedtek. A jelenleg is folytatódó vizsgálatok a Tisza hidrobiológiai monitorozásának részét képezik.

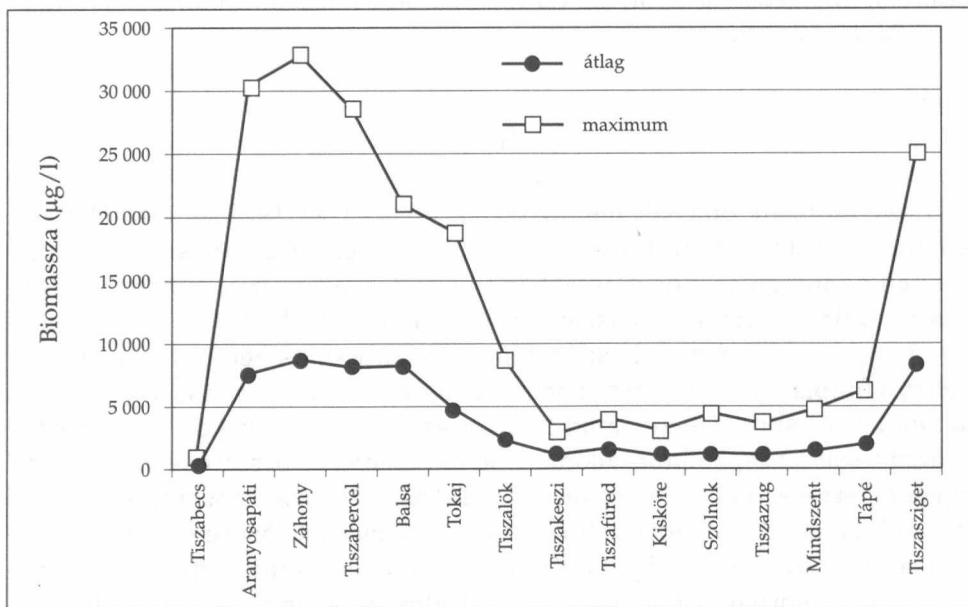
Tisza

A Tisza fitoplanktonjának mennyiségi adatait az 1992-es vizsgálataink eredményeivel hasonlítottuk össze. Az 1992-ben és 2000-ben is vizsgált mintavételi pontokon azonos időszakban (február–szeptember) mért biomassa adatok átlagos értékeit összevetve megállapítottuk, hogy azok között $P=5\%$ -os szinten nem volt szignifikáns különbség. A két összehasonlított évben a fitoplankton összetételének térbeni és évszakos változásai is hasonlóak voltak. A február eleji cianidszennyezés tehát nem okozott kimutatható változásokat a fitoplankton-állományok méretében és összetételében. Ennek egyik lehetséges oka véleményünk szerint az volt, hogy a szennyezőhullám levonulásának időszakában a fitoplankton állománysűrűsége még minimális volt, annak növekedése csak a 2000. tavaszi árvíz levonulása után indult meg.

A 2000. február–szeptember közötti időszak átlagos és maximális biomassaértékeinek hosszszelvény menti változásait a 63. ábrán mutatjuk be.

A Tiszabecsnél hazánkba belépő Tisza vize az év minden szakában nagyon szegény lebegő mikroszkopikus algákban. Az uralkodó taxonok ezen a folyószakaszon az áramló víz által elsodort rögzült életmódú, bentikus kovamoszatok. Aranyosapátinál a helyzet gyökeresen megváltozik úgy a fitoplankton mennyisége, mint minősége tekintetében. Aranyosapátinál a fitoplankton átlagos biomasszája nagyságrenddel haladja meg a tiszabecsi értéket. Ez a nagymértékű változás azonban nem a folyóban lejátszódott folyamatok eredményeként, hanem külső hatásra következik be. A Magyarországra belépő Szamos folyó a Tiszával ellentétben a tavaszi áradásos időszakot leszámítva nagyon gazdag algákban és ez a jelentős algabiomassa az, amely Aranyosapátinál alapvetően megváltoztatja a folyó karakterét. A hossz-szelvény-vizsgálatok egyik tanulsága az, hogy a Tisza folyó alganépességét alapvetően a Szamos és a Maros folyók határozzák meg, amelyek torkolata alatti folyószakasz hipertróffá változik. A Szamos által szállított algák elpusztulnak és lebomlanak a folyásirány mentén, amely folyamat szükségszerűen baktériumszaporodással és oxigénfogyasztással jár. Figyelemreméltó, hogy a tiszalöki duzzasztás és a Kiskörei-tározó alig van hatással a folyó alganépességére, azokban az algák pusztulása, tömegének csökkenése a jellemző annak ellenére, hogy meg-növelik a víz tartózkodási idejét. Ezeknek a változásoknak megértéséhez azonban a folyó víz alatti fényviszonyainak és a lebegő/lebegtetett algák foto-

**A fitoplankton biomaszájának térbeni változásai
a Tisza magyarországi szakaszán 2000-ben**



szintézisének mindeddig mellőzött mérésére, tanulmányozására lenne szükség.

2000. szeptember 21. és 30. között a Tisza 33 mintavételi pontján vizsgáltuk a fitoplankton biomaszáját és annak nagyobb rendszertani egységek közötti %-os megoszlását. Az alapadatokat *cluster*-elemzéssel¹⁹ is feldolgoztuk a mintavételi helyek osztályozása, a folyószakaszok tipizálása céljából. A fitoplankton biomaszájának és összetételének hossz-szelvény menti változásai a rendszeres vizsgálatok alapján megállapított átlagos tendenciának felelnek meg. A trofitásfok (tr°), a fitoplankton biomaszája (B) és a domináns taxonok relatív abundanciájának hossz-szelvény menti változásait a 29. táblázatban foglaltuk össze.

A Tisza-hossz-szelvény 2000. szeptemberi kvantitatív algológiai vizsgálata során megállapítottuk még, hogy a biomaszra növekedésével párhuzamosan a Centrales-rendbe tartozó kovaalgák részesedése (Centrales %) is nő.

A Tisza trofitásfokának térbeni változásait a 2001 júniusa és novembere között mért fitoplankton biomaszra és a klorofill-koncentrációadatok alapján jellemezzük (30. táblázat). A statisztikákat (minimum, maximum, átlag, 90%-os tartósságú érték) az adatok többnyire kis száma miatt csak tájékoztató jellegűeknek tekintjük.

29. táblázat

A trofitásfok (tr°), a fitoplankton-biomassza (B) és a domináns taxonok relatív abundanciájának változásai a Tisza hossz-szelvényében

Folyószakasz	fkm	tr°	B (mg/l)			Domináns taxonok			
						név	rel. abundancia (%)		
			min.	max.	átlag		min.	max.	átlag
1. Tiszabecs-Jánd	744,2-687,0	2 (oligo)	0,7	11,4	0,9	p	15,3	63,3	39,3
						PEN	16,4	40,0	28,2
						CRY	12,8	13,7	13,3
2.1 Gergelyiugornya-Lónyai-csat. felett	685,0-559,9	5 (m-eu)-6 (eu)	20,7	39,9	33,6	CEN	54,5	89,1	74,0
						CRY	3,5	22,9	11,9
2.2 Balsa-Tiszafüred	557,9-431,0	5 (m-eu)-6 (eu)	5,6	22,7	12,7	CEN	54,3	79,7	67,5
						CHL	7,7	24,9	14,8
3. Tiszaderzs-Mindszent	415,0-215,0	2 (oligo)-3 (o-m)	0,8	6,4	2,1	CRY	20,6	80,4	48,8
						p	4,2	37,5	22,3
						CHL	5,9	16,3	11,4
						CEN	1,3	32,2	11,3
4. Tápe-Tiszasziget	178,0-167,0	3 (o-m)-5 (m-eu)	2,9	13,2	6,4	CEN	37,6	80,2	60,4
						CRY	7,4	31,3	19,5
						p	4,0	11,9	8,9

A domináns taxonok rövidítései: p: piko-algák, PEN: Pennales, CEN: Centrales, CRY: Cryptophyta, CHL: Chlorococcales.

**Tisza menti természetvédelmi területek egyes víztereinek
kvalitatív algológiai vizsgálata**

2000 augusztusában kvalitatív algológiai szempontból vizsgáltuk a Tisza kijelölt holtágait és néhány mellékvízfolyását. A részletes taxonómiai vizsgálatok célja a folyó benépesülése szempontjából fontos élőhelyek planktonikus élőlénytársulásainak feltárása volt, ami hozzá járul a biodiverzitás hosszútávú megőrzését elősegítő monitorozó rendszer referencia adatbázisának kialakításához.

A Tisza holtágai és néhány mellékvízfolyás kvalitatív algológiai vizsgálata során több ritka és hazánk algaflórájára nézve új taxon került elő, amelyek közül a következőket emeljük ki: *Pseudopolyedriopsis skujae* Gollerb. (Helmecszögi-, Lakiteleki-, Alpári-Holt-Tisza), *Tetraedriella jovetii* (Bourr.)

A fitoplankton biomasszája, a-klorofill-tartalma és állománysűrűsége.**Tisza: 2001. június–november.**

Mintavételi helyek		Min	Max	Átlag	P 90%	Vízmin.	Trofitás°
Tisza, Tiszabecs	biomassza (µg/l)	252	874	523	810		
	a-klorofill (µg/l)	0,5	5,9	1,7	4,0	I.	3 (o-m)
	a-kl%	0,057	0,768	0,442	0,739		
Tisza, Gergelyiugornya	biomassza (µg/l)	214	11732	2727	6753		
	a-klorofill (µg/l)	0,5	8,6	3,5	6,5	I.	3 (o-m)
	a-kl%	0,015	1,523	0,545	1,114		
Tisza, Aranyosapáti	biomassza (µg/l)	523	16278	7940	13894		
	a-klorofill (µg/l)	0,5	59,2	17,3	47,2	III.	5 (m-eu)
	a-kl%	0,094	0,459	0,294	0,425		
Tisza, Záhony	biomassza (µg/l)	820	25494	11440	23939		
	a-klorofill (µg/l)	1,2	63,4	23,3	61,2	III.	6 (eu)
	a-kl%	0,146	0,394	0,259	0,365		
Tisza, Tiszabercel	biomassza (µg/l)	391	74290	16058	39337		
	a-klorofill (µg/l)	0,5	70,0	19,2	53,0	III.	6 (eu)
	a-kl%	0,094	1,049	0,424	0,846		
Tisza, Balsa	biomassza (µg/l)	1649	17995	5556	12971		
	a-klorofill (µg/l)	1,2	89,0	22,3	59,6	III.	6 (eu)
	a-kl%	0,218	1,095	0,470	0,812		
Tisza, Tokaj	biomassza (µg/l)	6098	16363	11231	15337		
	a-klorofill (µg/l)	1,67	61,8	18,9	43,0	III.	5 (m-eu)
	a-kl%	0,031	0,155	0,093	0,143		
Tisza, Tiszalök	biomassza (µg/l)	1775	4254	3015	4006		
	a-klorofill (µg/l)	2,2	21,4	10,5	20,8	II.	5 (m-eu)
	a-kl%	0,179	0,504	0,341	0,471		
Tisza, Polgár	biomassza (µg/l)	3636	4541	4089	4451		
	a-klorofill (µg/l)	2,4	20,2	7,6	17,9	II.	4 (m)
	a-kl%	0,102	0,445	0,273	0,411		
Tisza, Tiszafüred	biomassza (µg/l)	711	9528	2884	5723		
	a-klorofill (µg/l)	0,5	30,0	6,3	11,0	II.	4 (m)
	a-kl%	0,057	0,464	0,274	0,420		
Tisza, Kisköre	biomassza (µg/l)	931	3087	1836	2760		
	a-klorofill (µg/l)	2,9	12,0	6,6	8,5	I.	3 (o-m)
	a-kl%	0,174	0,591	0,377	0,519		

30. táblázat folytatása

Mintavételi helyek		Min	Max	Átlag	P 90%	Vízmin.	Trofitás°
Tisza, Szolnok	biomassza (µg/l)	1066	2129	1446	1811		
	a-klorofill (µg/l)	1,6	12,0	5,6	8,1	I.	3 (o-m)
	a-kl%	0,201	0,564	0,440	0,550		
Tisza, Tiszaug	biomassza (µg/l)	629	1404	1065	1400		
	a-klorofill (µg/l)	1,0	30,0	7,4	11,7	II.	4 (m)
	a-kl%	0,071	1,383	0,705	1,121		
Tisza, Mindszent	biomassza (µg/l)	402	1278	901	1228		
Tisza, Tápé	biomassza (µg/l)	591	3079	1429	2265		
	a-klorofill (µg/l)	1,5	7,1	4,3	6,5	I.	3 (o-m)
	a-kl%	0,231	0,492	0,374	0,482		
Tisza, Tiszasziget, balpart	biomassza (µg/l)	202	7768	2732	5627		
	a-klorofill (µg/l)	2,7	163,0	26,0	43,6	III.	5 (m-eu)
	a-kl%	0,339	1,485	0,657	1,023		
Tisza, Tiszasziget, sodor	biomassza (µg/l)	435	5875	2559	5100		
	a-klorofill (µg/l)	3,3	116,0	22,0	42,6	III.	5 (m-eu)
	a-kl%	0,321	1,287	0,703	1,062		
Tisza, Tiszasziget, jobb part	biomassza (µg/l)	196	6526	2431	5732		
	a-klorofill (µg/l)	2,7	84,0	20,4	49,4	III.	5 (m-eu)
	a-kl%	0,330	1,531	0,646	0,993		

Bourr. (Nagy-Morotva), *Pinnularia borealis* Ehr. (Ős-Csincse), *Euglena convoluta* Kors. (Felső-Darab-Tisza), *Phacus raciborskii* Drez. var. *major* Bourr. (Apátszögi-Holt-Tisza), *Dismorphococcus pseudovariabilis* Ettl (Felső-Darab-Tisza, Darab-Tisza), *Jurányiella jávorkae* Hortob. (Sulymos-tó), *Scenedesmus helveticus* Chod. (Helmecsögi Holt-Tisza), *Scenedesmus pseudohelveticus* Krig. (Alpári-Holt-Tisza), *Scenedesmus raciborskii* Wolosz. (Csatlói-Holt-Tisza).

A vizsgált vizek a többváltozós elemzés eredményeinek figyelembevételével, a fitoplankton taxonómiai mintázatának hasonlósága alapján négy csoportba voltak sorolhatók, amelyek többé-kevésbé megfeleltek a trofitásfok ill. a taxonszám alapján való felosztásnak.²⁰

Az eredmények alapján javasoltuk valamennyi 2000. évben vizsgált víztér évről évre történő további kvalitatív algológiai vizsgálatát, évente legalább két alkalommal, a Tisza hidrobiológiai monitoringrendszerének részeként. A mintavételi helyeket reprezentáló, a taxonómiai mintázat által meghatározott pontok helyzete időbeni változásának többváltozós elemzéssel való nyomon követése lehetővé teszi a nagy időléptékű algaflorisztikai változások feltárását.

A Tisza vízi makroszkopikus gerinctelen faunájának kutatása már a múlt század elején megindult. Számos értékes munka született, amely jelentős mértékben hozzájárult ahhoz, hogy minél több ismeretet szerezzünk a folyó élővilágáról. A munka területi korlátai miatt csupán felsorolásszerűen teszünk említést a legfontosabb irodalmakról.

A Tisza puhatestű (Mollusca) faunájának intenzív kutatása az 1900-as évek elején kezdődött,^{21–24} és a kutatások a század második felében is jelentős eredményeket hoztak.^{25–31} A Tisza kevésértéjűinek (Oligochaeta) vizsgálatával Zicsi,³² majd Ferencz,³³ Ferencz, Szitó,³⁴ Ádamosi et al.,³⁵ Botos,³⁶ Szitó,³⁷ Szitó, Botos,³⁸ Szitó, Szabó³⁹ munkái foglalkoznak. A felsőbbrendű rákokról (Malacostraca) Lantos,⁴⁰ a szitakötőkről (Odonata) Tóth,⁴¹ a tegzesekről (Trichoptera) Ferencz⁴² és Botos et al.⁴³ közöl adatokat. A kérészek (Ephemeroptera) fajok előfordulásáról Ferencz,⁴⁴ Csoknya,⁴⁵ Csoknya, Ferencz,⁴⁶ Csoknya, Halasy,⁴⁷ Andrikovics⁴⁸ és Andrikovics et al.⁴⁹ közleményei számolnak be. Kétszárnyúakra vonatkozóan Tóth⁵⁰ adatait találjuk meg, a Chironomida kutatásokat Ferencz⁵¹ kezdte el. A későbbi években Szitó,⁵² Szitó, Botos,⁵³ Szitó, Szabó,⁵⁴ Ádamosi et al.,⁵⁵ Ferencz,⁵⁶ Ferencz és Szitó,⁵⁷ Szitó és Botos⁵⁸ végeztek felméréseket.

A Tisza makrozoobentonjának monitorozása a '90-es évek elején kezdődött, s az egész hazai folyószakasza kiterjedve részletes alapállapot felmérést eredményezett. A magyarországi felszíni vizeink biológiai minősítése és monitorozása keretében, 1992-ben⁵⁹ a Tisza és mellékvízfolyásainak vizsgálatára került sor, és ezzel párhuzamosan a Hortobágyi Nemzeti Park felkérésére több kutatócsoport megkezdte a Tisza felső szakaszának intenzív kutatását. Ezek a vizsgálatok különböző megbízások keretében az évtized végéig folytatódtak és számos értékes faunisztikai eredmény született.^{60–66}

A faunisztikai alapállapot felméréseket követően a Tiszát ért cianid- és nehézfémzennyezés intenzívvá tette a kutatásokat. A monitorozás követelményeinek megfelelő vizsgálatssorozatok indultak, melyek a cianidszennyezésnek a folyó élővilágára gyakorolt hatását vizsgálta.⁶⁷

A makroszkopikus gerinctelenek gyűjtésére az EU országokban szabványként használt nyeles egyelőháló („kick&sweep” eljárás) módszert használunk. Ennek során mintavételi egységenként egy 10–50 méteres szakasz részletes átvizsgálása történik meg. A mintavételi helyen előforduló minden élőhelytípust (mikrohabitat: erős sodorású részek durva kavicsai, kavicsos, homokos, iszapos alzat, hordalékkupacok, vízi és vízbe lógó parti növényzet, gyökerek stb.) átvizsgálunk. A ráfordított időmennyiség – 30 perc – és befektetett munka általában közel azonos, ezáltal az eredmények ordinális skálán megadva kvantitatívnak tekinthetők.

Ennek a mintavételi eljárásnak az eredményességét jelentősen befolyásolja az áradás, illetve apadás miatt bekövetkező vízszintváltozás. Ekkor egyéb kiegészítő módszereket kell alkalmazni a mélyebb vízben található állatok kimutatására. Ilyen módszerek a hidraulikus markoló, mederkotró és közvetlen búvárkodás alkalmazása, amelyek a Tisza mélyebb partalakulatai esetén igen sikeresnek bizonyultak. A módszer hatékonyan használható áradás és nagy vízállás esetén, akár 3-6 méter mélységből is. Végül meg kell említeni a tiszavirág lárvájának gyűjtésére alkalmazható módszert, a hagyományos „baggerezést”, hiszen ez az egyetlen, jól bevált eljárás, amellyel a lárvák a meredek, kemény márga-partfalakból kiemelhetők.

A mintavételi helyek többé-kevésbé megegyeztek az országos törzshálózat pontjaival. Minden ponton az összes hozzáférhető élőhelytípusból vettünk mintát. Az eddigi tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a mintavételi gyakoriság meghatározásánál az évszakokhoz kell alkalmazkodni, (számos élőlénycsoport csak a hidegvízi időszakban gyűjthető), valamint lehetőleg a kis vízhozamú és vízállású időszakokban kell végezni a gyűjtéseket.

A NBmR-ben, a makrozoobenton monitorozás módszertani szabványosítását szolgáló, 2001. évi próba projekt során, a Felső-Tiszán végzett mintavételezések alkalmával az egységes területre vonatkozó, megegyező időráfordítást/erőfeszítést igénylő „kick&sweep” módszert használják, évi 3, meghatározott alkalommal. Tekintettel arra, hogy a rendszeresen előforduló árvizek alkalmával a mintavétel megghiúsulhat, a tervezés során egy negyedik, pótlólagos őszi mintavétellel is számolni kell. A Tisza esetében a kisebb-nagyobb mértékű haváriák lehetősége miatt a monitorozást minden évben gyakrabban célszerű végezni.

A hazai felső Tisza-szakasz – az eddigi vizsgálatok során kimutatott rendkívül nagy fajgazdagság alapján – nagyobb folyók felső-közép szakaszának referencia helyeül szolgálhat a Rába hazai felső szakaszával együtt.⁶⁸ A Tisza alsóbb szakaszain a kézi hálózás csak korlátozottabb mértékben nyújt reprezentatív mintát, ezért kotróhálók és mesterséges alzat csapdák kihelyezésével kell a mintavételt kiegészíteni, illetve megfelelően kiválasztott, változatos helyszíneket (fauna-feldúsulások: pl. mesterséges kőszórások, szakadó part, stb.) kell kijelölni állandó mintavételi pontnak.

A Tisza jellemzése a makrozoobenton monitorozása alapján

Megállapítható, hogy a Tiszában eddig kimutatott makroszkopikus gerinctelen taxonok száma az eltelt időszak alatt fokozatosan növekszik. 1992 és 1999 között már meghaladta a 140-et, majd a cianidszennyezést követően a 160-at. Jelenlegi ismereteink alapján csaknem 200 körül jár, ami a továbbiakban tovább fog nőni, hiszen az árvaszúnyog-félék taxonómiai azonosítása

folyamatosan történik. Az eddig meg nem határozott kétszárnyúakkal és a vízi kevéssértéjű gyűrűsférgekkel együtt a tiszai bentonegyüttes taxonszáma valószínűleg megközelítheti a háromszázat.

A Tisza állapotfelmérése a cianid- és nehézfémsszennyezést követően a korábbiakhoz képest jóval intenzívebbé vált, ezáltal faunisztikai ismereteink is némileg bővültek. A 64–65. ábrák a 2000 és 2002 közötti időszak vizsgálati eredményei alapján igen jól szemléltetik a Tisza magyarországi felső és alsó szakasza közötti jellegzetes eltéréseket. A rovarokra vonatkozó adatok Kovács és munkatársai (in press a, b, c), illetve a NBmR keretében végzett monitorozás eredményei.

A magasabbrendű rákok fajsza ma csekély mértékben, a puhatestűeké azonban jelentős mértékben nő a folyásirány mentén, a fő változás Tuzsér–Tiszabercel között érzékelhető. A fontosabb vízirovarcsoportok taxonszámai ehhez képest pontosan fordítva változnak. Az álkérészek – a dombrádi alkalmoszerű lelőhelyadattól eltekintve – lényegében csak a három legfelső szelvényben fordulnak elő, legnagyobb fajsza mmal Tiszabecsen. A kérészek fajsza ma itt meghaladja a harmincat(!), ami felhívja a szakemberek figyelmét a hazai Felső-Tisza pótolhatatlan értékeire. A fajsza m Dombrád után 10 alá csökken, ami természetesen a folyó alsó szakasz jellegének felel meg. Bár a szitakötők fajsza ma tulajdonképpen végig hasonlóan alakul, megállapíthatók jellegzetes különbségek. A legfelső szakaszon előforduló *Ophio-gomphus cecilia* és *Onycogomphus forcipatus* helyét az alsó szakaszon egyéb fajok veszik át (*Gomphus flavipes*, *G. vulgatissimus*).

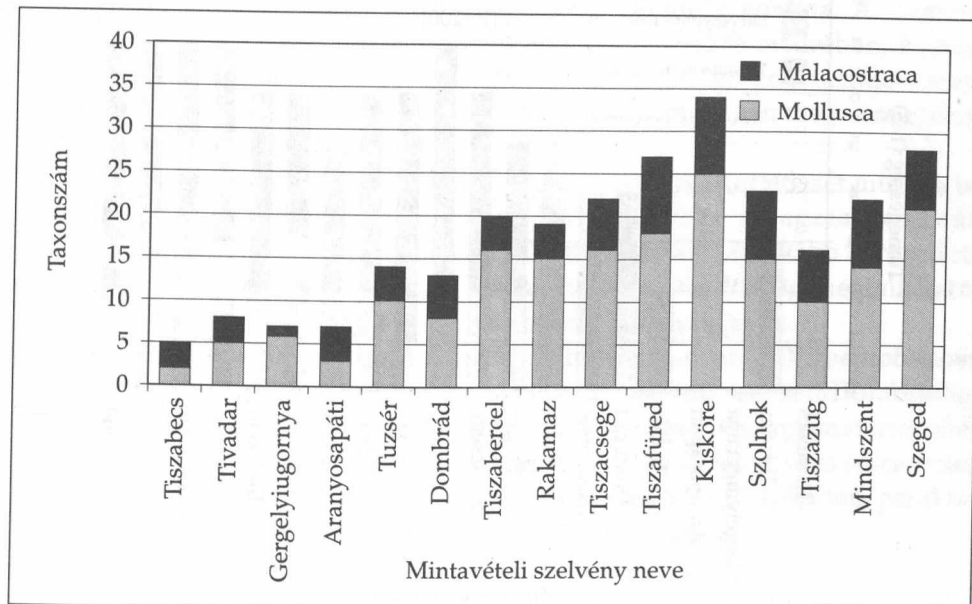
A puhatestűek csoportján belül a legfontosabb vízcisiga- és kagylófajok elterjedését érdemes szemügyre venni (66–67. ábrák). A 2001-ben lezajlott nemzetközi Tisza-expedíció (*Investigation of the Tisza River, ITR*) során gyűjtött adatok az egyes fajok tömegességét 1–5-ig terjedő ordinális skálán mutatják a folyó hossz-szelvénye mentén.

A Tisza leggyakoribb vízi csigája a *Lithoglyphus naticoides* némely helyeken hatalmas tömegben jelenik meg (5-ös gyakoriság), elsősorban az alsó szakaszon, de a Kiskőrei-tározó területén és Tokajban szintén (65. ábra). A Tiszában Tivadarig megtalálható. A *Theodoxus fluviatilis* elterjedési adatai jól mutatják, hogy a csiga az utóbbi évek során felvízi irányban egyre több szelvényben megtalálható. Jelenleg Dombrádig sikerült regisztrálni jelenlétét. Végül illusztrációképpen a *Theodoxus transversalis* Tiszabecs szelvényében való jelenlétét ábrázoltuk, amely alapján látható, hogy a magyarországi Tiszán, de egyéb folyóinkon is ez az egyik legkritikább vízi csigánk. A Tisza legfelső szelvényén kívül a Rábából, a Bódvából és a Hernádból ismerjük, a korábban említett dunai előfordulását eddig még nem sikerült igazolni.

A három leggyakoribb *Unionidae*-fajról elmondható, hogy elterjedésük a Tisza felső és alsó szakaszát jól elkülöníti (67. ábra). Az *Unio pictorum* és az *U. tumidus* nagyjából egyforma tömegben Dombrádig található meg a Tiszán.

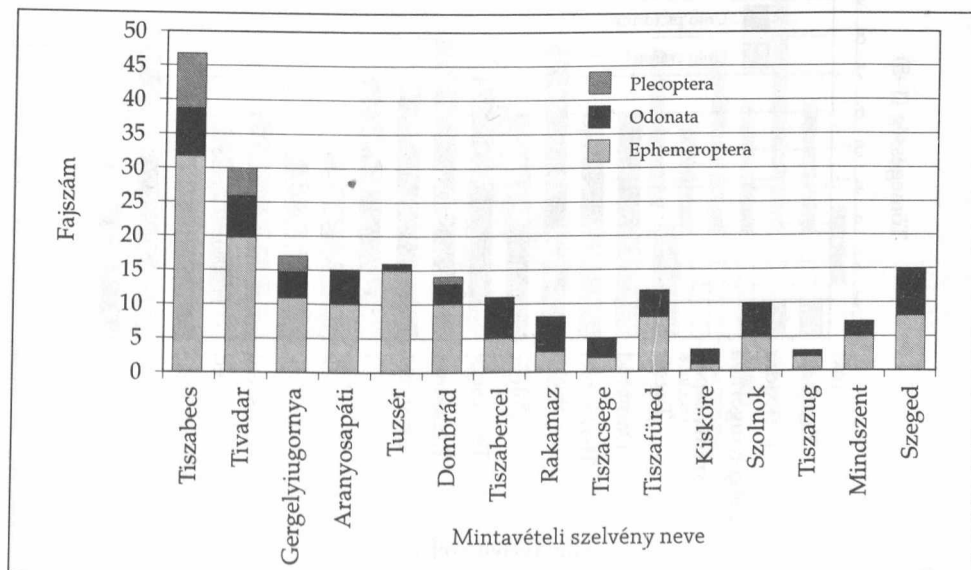
64. ábra

Puhatestűek (Mollusca) és magasabbrendű rákok (Malacostraca) taxonszámai a Tisza hossz-szelvénye mentén (2000–2002)

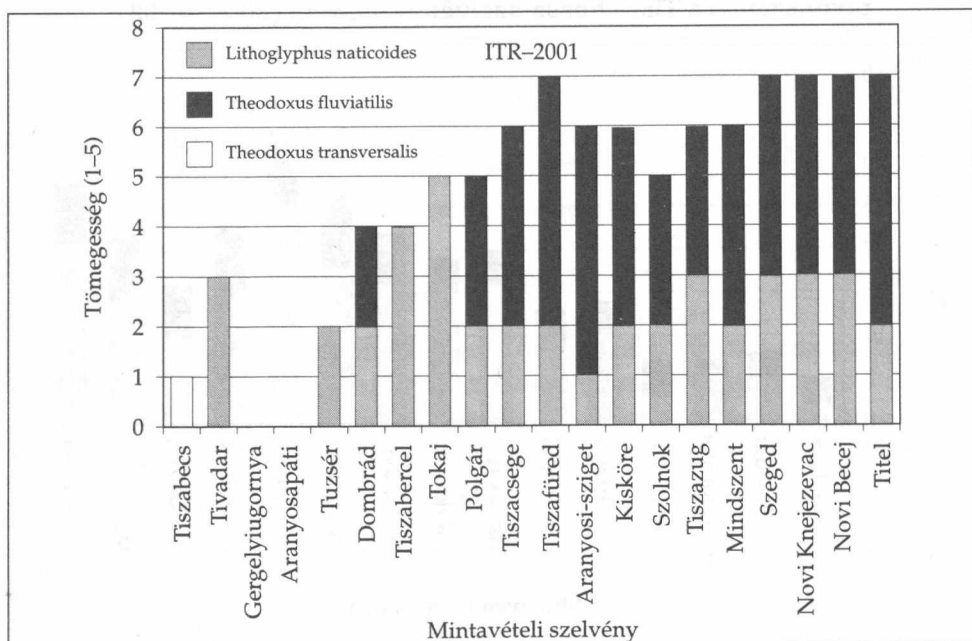


65. ábra

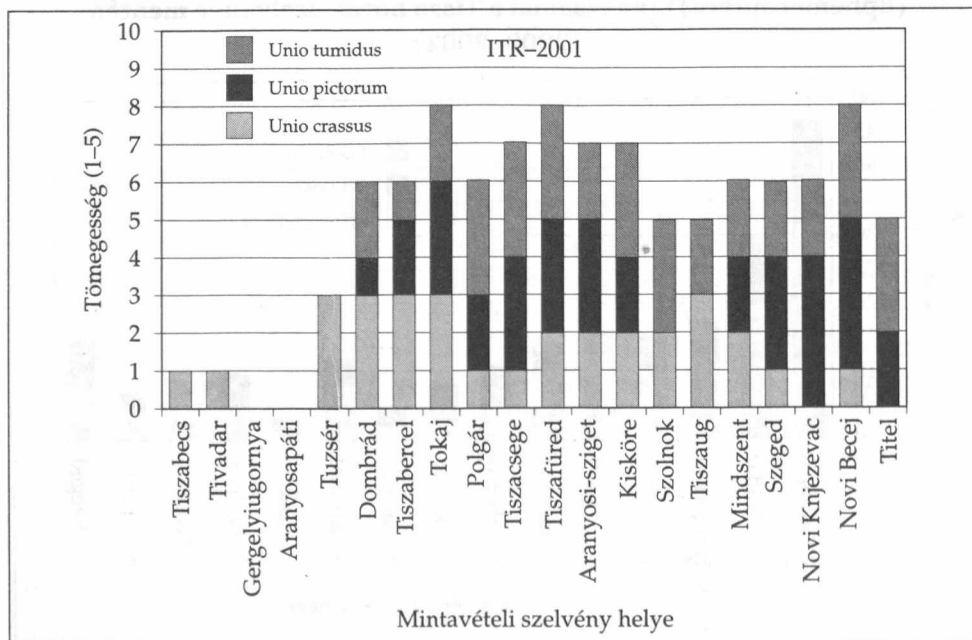
Álkérészek (Plecoptera), szitakötők (Odonata) és kérészek (Ephemeroptera) taxonszámai a Tisza hossz-szelvénye mentén (2000–2002)



A Tisza jellegzetes vízi csigáinak elterjedése Tiszabecs és Títel között



A Tisza jellegzetes kagylóinak elterjedése Tiszabecs és Títel között



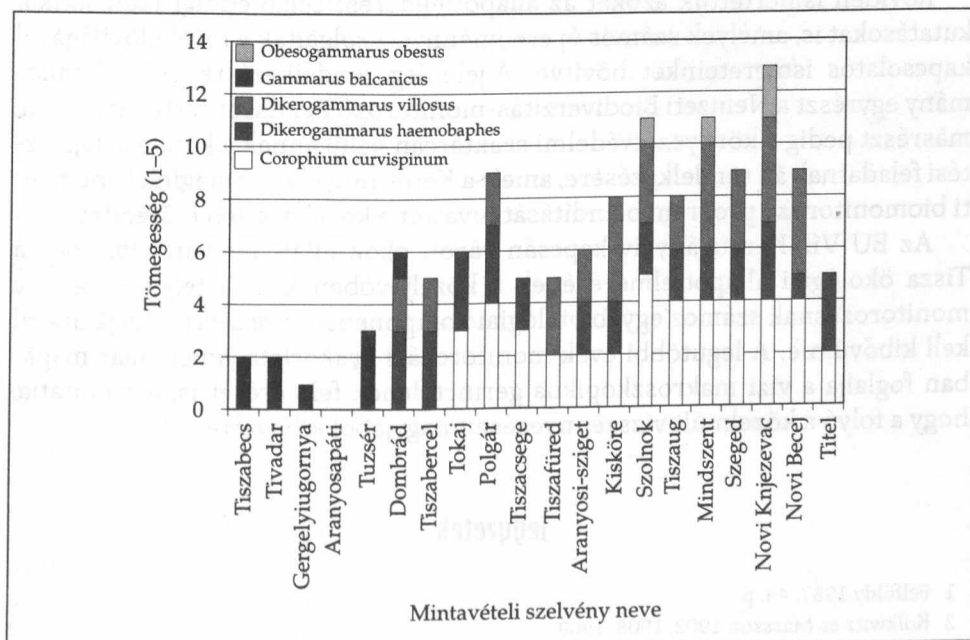
E felett csupán az *U. crassus* (a *Pseudanodonta complanata* kíséretében) fordul elő, azonban ez a faj nemcsak itt, hanem az alsó szakaszon is – néhol szerfelett kis mennyiségben (pl. Szeged, Novi Becej) – kimutatható. Az eddigi adatok alapján látható, hogy a tavikagylófélék (*Anodonta anatina*, *A. cygnea*) csupán a középső Tisza-szakaszon fordulnak elő a folyó fő medrében. A kínai tavikagyló (*Sinanodonta woodiana*) Titeltől a Kiskörei-tározóig található meg, néha nagyobb mennyiségben is (pl. Szolnok), feljebb azonban még nem gyakori, az ITR során nem sikerült kimutatnunk.

A 68. ábra a tegzes bolharák és a felemáslábú rákok elterjedését mutatja be szintén az ITR eredményei alapján. Látható, hogy a tegzes bolharák (*Corophium curvispinum*), vagyis az a rák-taxon, amely leginkább károsodott a tiszai cianidszennyezés miatt, a Tiszán ma már Dombrádig megtalálható. Korábban nem találtuk meg a folyónak ebben a magasságában.

A két *Dikerogammarus*-faj közül a Dunához hasonlóan a *D. haemobaphes* és a *D. villosus* egyaránt közönséges az alsó szakaszon egészen Dombrádig. Ugyanakkor a magyarországi Felső-Dunán közönséges *Obesogammarus obesus* csak Szolnokig jut fel. Végül jól látszik az is, hogy a *Gammarus balcanicus*, amely a Tisza felső folyásán, valamint annak összes kis befolyójában, patakjában közönséges, csupán a felső szakasz jellegzetessége.

68. ábra

A Tisza jellegzetes rákjainak elterjedése Tiszabecs és Titel között



A faunisztikai eredmények alapján látható, hogy a magyarországi Tisza nagyjából két jól elkülöníthető szakaszra oszlik. A Felső-Tisza név geográfiai értelemben is a Szamos-torkolat feletti szakaszt jelenti, amit az élőlényegyes társulásszerkezete hasonlóképpen egyértelműen jelez. Itt számos hazánkban ritka vízi gerinctelen állat él (*Cystobranhus respirans* halpióca, *Theodoxus transversalis* vízi csiga, számos álkérész- és kérészfaj lárvája, stb.). Bár az alsó szakasz már nem jellemezhető ennyire ritka és érzékeny szervezettekkel, azért itt néhány élőlénycsoport meglepően magas taxonszámmal szerepel (pl. puhatestűek).

Terjedelmi korlátok miatt nem tehattünk említést a Tisza lefűződött, hullámtéri és mentett területen lévő holtmedreinek jelenlegi ökológiai állapotáról, valamint a befolyók élőlényegyütteseinek hasonlóságáról, illetve a különbségekről. Ezzel kapcsolatban azokra a tanulmányokra utalunk, amelyek a cianid- és nehézfémzennyezéseket követően készültek a térségben, hasonlóan állapot-felmérési célzattal.⁶⁹

Összefoglalás

A Tisza biológiai monitorozásával kapcsolatban megállapítható, hogy vízminőség-védelmi céllal rendszeres, országos léptékű felmérést eddig a Regionális Környezetvédelmi Felügyelőségek végeztek. Tevékenységük kiterjedt a folyó szaprobiológiai vizsgálatára és a trofitásfok rendszeres mérésére.

Röviden ismertettük azokat az állapotfelmérést célzó eddigi faunisztikai kutatásokat is, amelyek számos új eredménnyel szolgáltak a folyó élővilágával kapcsolatos ismereteinket bővítve. A jelenleg rendelkezésre álló adatállomány egyrészt a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer birtokában van, másrészt pedig a környezetvédelmi szaktárcán belül annak a kutatási-fejlesztési feladatnak áll rendelkezésére, amely a Keretirányelvnek megfelelő nemzeti biomonitorozó program beindítását hivatott a közeljövőben elősegíteni.

Az EU Víz Keretirányelv kapcsán vázolt okok miatt nyilvánvaló, hogy a Tisza ökológiai állapotfelmérésének a közeljövőben ki kell teljesednie, s a monitorozásnak számos egyéb biológiai komponens rendszeres vizsgálatával kell kibővülnie. A legutóbbi évek monitorozási gyakorlata, amely már magában foglalja a vízi makroszkopikus gerinctelenek felmérését is, azt mutatja, hogy a folyó a közelmúlt vízszennyezéseit nagyjából kiheverte.

Jegyzetek

1 Felföldy 1987: 45. p.

2 Kolkwitz és Marsson 1902, 1908, 1909

- 3 Pantle és Buck 1955, Sládecek 1973
- 4 Gulyás 1983, 1998
- 5 Felföldy 1987
- 6 Felföldy 1987
- 7 Uherkocich 1958, 1959a, 1959b, 1960, 1962, 1964, 1965, 1965a, 1966a, 1966b, 1968, 1968a, 1969, 1969a, 1969b, 1969c, 1971, 1971a
- 8 Hamar 1999
- 9 Hamar 1976, 1976a, 1987
- 10 Pákh 1933
- 11 Hortobágyi 1939, 1941, 1942
- 12 Kiss I. 1978, 1978a, 1978b, 1979, 1979a, 1982, 1983, 1984, 1987
- 13 Dobler 1987
- 14 Dobler és Kovács 1982, 1984
- 15 Kovács 1986
- 16 Szabados 1936, 1939, 1940
- 17 Uherkovich 1958b, 1958c, 1959, 1961a, 1963, 1967, 1967a
- 18 Németh 2001
- 19 Németh és Vörös 1986, Németh 1998
- 20 Podani 1993
- 21 NÉMETH 2001
- 22 Rotaridesz 1926, 1927, 1932.
- 23 Czögler 1927, 1935.
- 24 Soós 1915, 1934, 1963.
- 25 Soós és Szilády 1925
- 26 Horváth 1940, 1943, 1955, 1957, 1958, 1962, 1966.
- 27 Bába et al. 1967.
- 28 Bába 1974, 1978.
- 29 Ferencz 1968.
- 30 Ferencz In: Ádamosi et al., 1978.
- 31 Kolosváry 1968.
- 32 B. Tóth 1980, 1981.
- 33 Zicsi, 1965
- 34 Ferencz 1968, 1969, 1974a, 1974b, 1981
- 35 Ferencz, Szitó 1980
- 36 Ádamosi et al. 1978
- 37 Botos 1990
- 38 Szitó 1996, 1999
- 39 Szitó, Botos 1989
- 40 Szitó, Szabó 1990
- 41 Lantos 1986
- 42 Tóth 1966a, 1974
- 43 Ferencz 1974
- 44 Botos et al. 1990
- 45 Ferencz 1968, 1974
- 46 Csoknya 1973
- 47 Csoknya, Ferenc 1972, 1975
- 48 Csoknya, Halasy 1974, 75
- 49 Andrikovics 1988
- 50 Andrikovics et al. 1992
- 51 Tóth 1966b, 1967, 1969, 1975

- 52 Ferencz 1968
- 53 Szító 1981, 1987b, 1996, 1999
- 54 Szító, Botos 1989
- 55 Szító, Szabó 1990
- 56 Ádamosi et al. 1978
- 57 Ferencz 1974b
- 58 Ferencz és Szító 1980
- 59 Szító és Botos 1989
- 60 VITUKI 1992
- 61 Ambrus et al. 1995a, 1995b, 1996, 1998
- 62 Juhász et al. 1998, 2000a, 2000b
- 63 Kovács et al. 1998, 1999a, b, c, 2000, 2001, in press a, b, c
- 64 Neseemann, Csányi 1993
- 65 Csányi 1998
- 66 Csányi et al. 1996
- 67 Varga, Csányi 1997, 1999
- 68 VITUKI 2000a, 2000b, 2001, SZÍTÓ 2000, Kovács et al. in press a). v.ö.: Kovács, Ambrus 2001
- 69 VITUKI 2000a, 2000b, 2001, Szító 2000, Kovács et al. in press a

Irodalom

- Ádamosi, M., Végyvári, P., Bancsi, I., Hamar, J., B.Tóth, M., Ferenczi, M., Szító, A. 1978: Limnological investigations in the longitudinal section of the river Tisza. – *Tiscia*, 1978/ XIII. 99–140.
- Ambrus András, Bánkúti K., Csányi B., Juhász P., Kovács T.: Újabb adatok az *Aphelocheirus aestivalis* Fabricius, 1794 (Heteroptera, Naucoridae) magyarországi elterjedéséhez. *Folia ent. hung.* 1995a/56. 223–227.
- Ambrus András, Bánkúti K., Kovács T.: A Bereg-Szatmári-sík Odonata faunája. (The Odonata fauna of the Bereg-Szatmári-sík.) *Fol. Hist.-nat. Mus. Matr.* 1995b/20. 63–83.
- Ambrus, András, Bánkúti, K., Juhász, P., Kovács, T.: Lárva és imágó adatok a Hortobágy Odonata faunájához. *Odonata-Stadium Larvale* 1996/1. 13–23.
- Ambrus, András, Bánkúti, K., Csányi, B., Juhász, P., Kovács, T.: Larval data to the Odonata fauna of Hungary. *Odonata – Stadium larvale* 1998/2. 41–52.
- Andrikovics, Sándor: A Közép-Tisza Ephemeroptera faunájáról, két, a magyar faunára új Caenida-fajjal. *Folia Ent. Hung.* 1988/49. 225–229.
- Andrikovics Sándor, Fink J. T., Cser B.: Tiszavirág monográfia (*Palingenia longicauda* Oliv.). *Tisza Klub Füzetek* 1992/2. Szolnok.
- Bába, Károly: Adatok a vízi csigák megoszlását megszabó tényezőkhöz. Szegedi Tanárképző Főiskola Tud. Közl., Szeged, 1967/ 3–12.
- Bába Károly: Mollusca communites in the Tisza bed in the region of Szeged. *Tiscia* (Szeged) 1974/9.
- Bába Károly: The Mollusca fauna of the Tisza, its research situation and tasks. *Tiscia* (Szeged) 1978/13. 197.
- Botos M.: Studies of Oligochaeta in the Hungarian stretch of the Tisza. *Tiscia* (Szeged) 1990/24. 90
- Botos M., Szító A., Oláh J.: Makrozoobenthos communities in Hungarian lowland rivers. *Natura Hungarica* (Szarvas) 1990/6. 133–152.
- Csányi B.: A magyarországi folyók biológiai minősítése a makrozoobenton alapján. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen, 1998.
- Csányi, B., Juhász, P., Haskó, N.: A vízi makroszkópikus gerinctelen fauna a HNP vízterekben Ohattól Meggyesig. Budapest, 1996. pp. 144–164.

- Csoknya M.: Experimental investigation of the respiration of nymphs of *Palingenia longicauda* OLIV. (Ephemeroptera). *Tiscia* (Szeged) 1973/8. 47–51.
- Csoknya M., Ferencz M.: A study of *Palingenia longicauda* OLIV. in the zoobenthos of the Tisza and Maros. *Tiscia* (Szeged) 1972/7. 47–57.
- Csoknya M., Ferencz M.: Data on the horizontal and vertical distribution of the zoobenthic fauna of the Tisza region at Szeged. *Tiscia* (Szeged) 1975/10. 45–50.
- Csoknya M., Halasy K.: Data on the distribution of mayfly larvae (Ephemeroptera). *Tiscia* (Szeged) 1974/9.
- Csoknya M., Halasy K.: Experiments for determining the oxygen consumption of nymphs of *Palingenia longicauda* (Ephemeroptera). *Tiscia* (Szeged) 1975/10. 51–54.
- Czögler K.: *A Szegedvidéki kagylók. Faunabiológiai tanulmány.* Szeged. 1927.
- Czögler K.: *Adatok a Szegedvidéki vizek puhatestű faunájához.* Szeged. 1935.
- Dévai György., Juhász-Nagy P. és Dévai I.: A vízminőség fogalomrendszerének egy átfogó koncepciója. 1. rész: A tudomány-történeti háttér és az elvi alapok. *Acta Biol. Debr. Suppl. Oecol. Hung.* 1992/4. 13–28.
- Dévai György., Juhász-Nagy P. és Dévai I.: A vízminőség fogalomrendszerének egy átfogó koncepciója 2. rész: A hidrobiológia és a biológiai vízminőség fogalmkörének értelmezése. *Acta Biol. Debr. Suppl. Oecol. Hung.* 1992a/4. 29–47.
- Dévai György., Dévai I., Felföldy L., és Wittner I.: A vízminőség fogalomrendszerének egy átfogó koncepciója. 3. rész: Az ökológiai vízminőség jellemzésének lehetőségei. *Acta Biol. Debr. Suppl. Oecol. Hung.* 1992b/4. 49–185.
- European Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, 23 October 2000. Establishing a framework for Community action in the field of water policy
- Dobler E.: Seasonal changes of phytoplankton in the backwater Bokrosi. *Tiscia* (Szeged), 1987/22. 3–12.
- Dobler E., Kovács K.: Biological water quality in the Mártély and Körtvélyes backwater of the Tisza from 1976 to 1980, with special regard to phytoplankton changes. *Tiscia* (Szeged), 1982/17. 67–88.
- Dobler E., Kovács K.: Results of the preliminary investigations on the alga-communities in the backwater of the Tisza at Alpár. *Tiscia* (Szeged), 1984/19. 59–68.
- Felföldy L.: A biológiai vízminősítés. *Vízügyi Hidrobiológia*, 1974/3. 1–242. VIZDOK, Budapest.
- Felföldy L.: Termelésbiológiai alapfogalmak. In: Felföldy L. (szerk.): *Elsődleges termelés, Hidrobiol. Továbbképző Tanfolyam*, Tihany, 1977/1.4. 17–24.
- Felföldy L.: A biológiai vízminősítés (3. javított és bővített kiadás). *Vízügyi Hidrobiológia*. 1980/9. 1–263. VIZDOK, Budapest.
- Felföldy L.: *A vizek környezettana. Általános hidrobiológia.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 1981. pp. 1–290.
- Felföldy L. 1984: Hidrobiológia – szavakban. Hidrobiológiai értelmező szótár. *Vízügyi Hidrobiológia*, VGI, Budapest. 1984/13. 1–250.
- Felföldy L.: A biológiai vízminősítés (4. javított és bővített kiadás). *Vízügyi Hidrobiológia*. VGI, Budapest. 1987/16. 1–2258.
- Ferencz M.: Vorstudium über die vertikale verteilung des zoobenthos der Teiss. *Tiscia* (Szeged) 1968/4. 53–58.
- Ferencz M.: Occurrence of *Hypania invalida* (GRUBE) in the Tisza (Annelida, Polychaeta). *Tiscia* (Szeged) 1969/5. 69–71.
- Ferencz M.: Data on the horizontal and vertical distributions of the zoobenthos of the Tisza. *Tiscia* (Szeged) 1974 a/9. 65–69.
- Ferencz M.: Zoobenthic studies on the lower reach of the Tisza and Maros. *Acta Biol. Szeged* 1974b/20. 143–155.

- Ferencz M.: Studies on the zoobenthos in the longitudinal section of the Tisza: Oligochaeta, Polychaeta fauna (A Tisza hossz-szelvény zoobentosz vizsgálata: Oligochaeta, Polychaeta fauna). *Tiscia* (Szeged) 1981/16. 161–168.
- Ferencz M., Sztó A.: Zoobenthos investigation in the longitudinal section of the Tisza. *Tiscia* (Szeged) 1980/15. 142.
- Gulyás P.: KGST biológiai módszerek. *Vízügyi Hidrobiológia*, 1983/12. 1–244. VÍZDOK, Budapest.
- Gulyás P.: Szaprobiológiai indikátorfajok jegyzéke. *Vízi Természet- és Környezetvédelem*, 1998/6. 1–95. KGI, Budapest.
- Hamar, J.: Data to the bacteriological and algological conditions of the region of Kisköre River Barage. *Tiscia* 1976/11. 41–44.
- Hamar, J.: Bacteriological and algological investigations of the bay at Abádszalók (Kisköre Reservoir). *Tiscia* 1976a/11. 85–92.
- Hamar, J.: Data on summer algal flora of dead-arms in the vicinity of Tiszafüred. *Tiscia* 1977/12. 21–36.
- Hamar, J.: A Kiskörei tározó fitoplanktonjáról. In: Karcagi G., Bancsi I. (szerk.): *Album a Kiskörei-tározó térségéről*. III. 1987/3. 147–161. Középtiszavidéki Vízügyi Igazgatóság, Szolnok.
- Hamar, J.: Algological data on the upper reach of River Tisa. In: Hamar, J., Sárkány-Kiss, A. (eds.): *The Upper Tisa Valley*. Preparatory proposal for Ramsar site designation and an ecological background. Hungarian, Romanian, Slovakian, and Ukrainian co-operation. *Tiscia* monograph series, Tisza Klub, Szolnok, 1999. pp. 355–360.
- Hortobágyi T.: A Tisza „Nagyfa” holtágának phytoplanktonja kvalitatív vizsgálata. *Folia Cryptogamica* 1939/2. 151–216.
- Hortobágyi T.: Újabb adatok a Tisza „Nagyfa” holtága fitoplanktonjának kvalitatív vizsgálatához I. *Bot. Közl.* 1941/38. 151–170.
- Hortobágyi T.: Újabb adatok a Tisza „Nagyfa” holtága fitoplanktonjának kvalitatív vizsgálatához II. *Bot. Közl.* 1942/39. 271–276.
- Horváth A.: *A Szegedvidéki kagylók formaváltozásai és jelentőségük*. Doktori értekezés. Szeged 1940.
- Horváth A.: Adatok a Tisza folyó puhatestű faunájának ismeretéhez. *Acta Zool.* Szeged 2. 1943.
- Horváth A.: Die Molluskenfauna der Theiss. *Acta Biol.* Szeged 1955/1. 174–178.
- Horváth A.: Über die Molluskenfauna der Strecke zwischen Tiszabecs und Tiszafüred. *Acta Biol. Szeged* 1957/3. 94–97.
- Horváth A.: Die Malacologischen Ergebnisse der II. Tisza-expedition. *Acta Biol. Szeged* 1958/4. 216–218.
- Horváth A.: Kurzbericht über die Molluskenfauna der zwei Tisza expeditionen im Jahre 1958. *Opusc. Zool.* Budapest, 1962/4. 77–83.
- Horváth A.: 1965: About the Mollusks of Tisza before the River control. *Tiscia* (Szeged) 1965/ 2. 99–102.
- Juhász, P., Turcsányi, I., Kovács, T., Olajos, P., Turcsányi, B., Kiss, B.: Vízi makroszkópikus gerinctelen élőlényegyüttesek vizsgálata a Felső-Tiszán. *Hidrológiai Közlöny* 1998/5–6 sz.: 346–347.
- Juhász, P., Ambrus, A., Csányi, B., Kovács, T.: A ciánszennyezés hatása a Tisza és a Szamos vízi makroszkópikus gerinctelen élővilágára. *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung.* 2000/11/1. 75.
- Juhász, P., Kovács, T., and Ambrus, A.: Leech collection of the Mátra Museum (Hirudinea). *Miscnea zool. hung.* 2000/13. 37–45.
- Juhász-Nagy P.: *Egy operatív ökológia hiánya, szükséglete és feladatai*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1986. pp. 1–251.
- Kiss, I.: Algological investigations in the dead Tisza at Lakitelek–Tőserdő. *Tiscia* (Szeged) 1978/13. 49–54.

- Kiss, I.: Occurrence of *Synura uvella* Ehr. var. *Tiszaensis* n. var. in the dead-arm of the River Tisza near Lakitelek. *Tiscia* (Szeged) 1978a/13. 49–54.
- Kiss, I.: Eutrophication of the dead-arms at Cibakháza, Csongrád, Tiszaug and Alpár in the mirror of the algal flora and algal vegetation. *Tiscia* (Szeged) 1978b/13. 203–204.
- Kiss, I.: Algological investigations in the dead arms of the River Tisza basin at Tiszaalpár and Tiszaug. *Tiscia* (Szeged) 1979/14. 41–61.
- Kiss, I.: Problems of the environmental and nature conservation of the dead-arm and tributaries in the Upper-Tisza Region. *Tiscia* (Szeged) 1979a/14. 242–243.
- Kiss, I.: The algal flora and its seasonal aspects in the Körtvélyes and Mártély backwaters. *Tiscia* (Szeged) 1982/17. 51–65.
- Kiss, I.: The role of seasonal, edaphic and biotic factors in the development of phytoplankton communities in the Cibakháza backwater of the Tisza. *Tiscia* (Szeged) 1983/18. 33–46.
- Kiss, I. 1984: Algological investigations in the waters of the Tisza basin at Alpár. *Tiscia* (Szeged) 19, 49–58.
- Kiss I.: Simultaneous appearance of algal mass-productions in the dead-Tisza at Töserdő and in Lake Balaton in the summer of 1982. *Tiscia* (Szeged) 1987/22. 131–132.
- Kiss I.: Az Alpári-medence algáinak tanulmányozása a környezetvédelem érdekében. *Acta Acad. Paed. Szeged.* 1987–1988/ 23–45.
- Kiss, I., M. Marián, I. Horváth: Effect of the antropogeneous pollution on the Tisza and its tributaries. *Tiscia* (Szeged), 1978/13. 163–168.
- Kolkwitz, R. und M. Marsson: Grundsätzliches für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. *Mitt. K. Prüfanst. Wasservers. Abwasserbes.*, Berlin-Dahlem, 1902/1. 33–72.
- Kolkwitz, R. und M. Marsson: Ökologie der pflanzlichen Saprobien. *Ber. Deutsche Bot. Ges.*, 1908/26a. 505–519.
- Kolkwitz, R. und M. Marsson 1909: Ökologie der tierischen Saprobien. Beiträge zur Lehre von der biologischen Gewässerbeurteilung. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 2. 126–152.
- Kovács, K.: Seasonal composition, biomass and primary productivity of the phytoplankton in Lakitelek backwater during 1980 and 1983. *Tiscia* (Szeged) 1986/21. 3–12.
- Kovács, T., Ambrus, A.: Ephemeroptera, Odonata and Plecoptera larvae from the River Rába and River Lapincs. *Fol. Hist.-nat. Mus. Matr.* 2001/25. 145–162.
- Kovács, T., Ambrus, A., Bánkúti, K., Juhász, P.: New Hungarian mayfly (Ephemeroptera) species arising from collectings of larvae. *Miscnea. zool. Hung.* 1998/12. 55–60.
- Kovács, T., Ambrus, A., Bánkúti, K.: Data to the Hungarian mayfly (Ephemeroptera) fauna arising from collectings of larvae. *Fol. Hist.-nat. Mus. Matr.*, 1999a/23: 347–367.
- Kovács, T., Ambrus, A., Bánkúti, K.: Data to the distribution of Oligoneuriella larvae in Hungary (Ephemeroptera: Oligoneuriidae) *Folia ent. hung.* 1999b/LX: 349–354.
- Kovács, T., Ambrus, A., Juhász, P. (in press a): Ephemeroptera, Odonata and Plecoptera larvae from the River Tisza in the year of cyanid pollution (2000) *Fol. Hist.-nat. Mus. Matr.* 26.
- Kovács, T., Ambrus, A., Juhász, P. (in press b): Data to the Hungarian mayfly (Ephemeroptera) fauna arising from collectings of larvae II. *Fol. Hist.-nat. Mus. Matr.* 27.
- Kovács, T., Ambrus, A., Merkl, O. 1999c: *Potamophilus acuminatus* (Fabricius, 1792) and *Macronychus quadrituberculatus* P. W. J. Müller, 1806: new records from Hungary (Coleoptera: Elmidae). *Folia ent. hung.* LX: 187–194.
- Kovács, T., Ambrus, A., Bánkúti, K., Juhász, P.: New Hungarian mayfly (Ephemeroptera) species arising from collectings of larvae II. *Miscnea zool. hung.* 2000/13. 81–83.
- Kovács, T., Juhász, P., Türcsányi I.: Ephemeroptera, Odonata and Plecoptera larvae from the River Tisza (1997–1999). *Fol. Hist.-nat. Mus. Matr.* 2001/25: 135–143.

- Kovács, T., Weinzierl, A., Ambrus, A. (in press c): New and rare stoneflies (Plecoptera) from Hungary. *Folia ent. hung.* 63
- Lantos, G. 1986: Data to the Amphipoda- and Isopoda fauna of Tóserdő and its environs in the Tisza Valley. I. Amphipoda, Asellota (Crustacea, Peracarida). *Tiscia* (Szeged) 1986/21. 81–87.
- Moog, O.: Fauna Aquatica Austriaca. *Katalog zur autökologischen Einstufung quatischer Organismen*. Österreichs. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien, 1995.
- MSZ 12749: Felszíni vizek minősége, minőségi jellemzők és minősítés. *Magyar Szabvány*. 1994/ 1–12.
- Németh J.: A biológiai vízminősítés módszerei [Methods of water quality classification]. *Vízi Természet- és Környezetvédelem* 7., KGI, Budapest, 1998. pp. 1–303.
- Németh J.: Algological investigations in the nature conservation areas of the Hungarian Tisza-Valley. *12th Hungarian Algological Meeting*, Pécs, 15–18 May 2001, Program & Abstract, 34–39.
- Németh J., Vörös L.: *Módszertan és koncepció felszíni vizek algológiai monitoringjához*. Környezetvédelmi Intézet, Budapest, 1986. pp. 1–264.
- Nesemann H., Csányi B.: On the leech fauna (Hirudinea) of the Tisza river basin in Hungary with notes on the faunal history. *Lauterbornia* 1993/14. 41–70.
- Pákh, E.: Daten zur Mikrovegetation des Szentmihályteleker toten Tisza-Armes. *Acta Biol. Szeged* N. S. 1933/2. 233–236.
- Pantle, R. and H. Buck: Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas und Wasserfach*. 1955/96. 604–607.
- Podani, J.: *SYN-TAX-pc. Computer Programs for Multivariate Data Analysis in Ecology and Systematics. Version 5.0. User's Guide*. Scientia Publ., Budapest, 1993. pp. 1–104.
- Podani J.: Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeldolgozás rejtelmeibe. 1997. pp. 1–412.
- Podani J.: *SYN-TAX for WINDOWS. Computer Programs for Multivariate Data Analysis in Ecology and Systematics. Version 5.0 for WINDOWS. User's Guide*. Scientia Publ., Budapest, 2000. pp. 1–104.
- Rotaridesz M.: Adatok az Alföld puhatestű faunájának ökológiájához. *Állatt. Közl.* 1926.
- Rotaridesz, M.: Über die Molluskenfauna von Szeged und näherer Umgebung. *Acta Univ. Szeged* 1927/2. 177–213.
- Rotaridesz, M.: Über die pleistozäne Molluskenfauna von Szeged und Umgebung (Ungarn). *Arch. Molluskenk.* 1932/64. 73–102.
- Sládecek, V.: System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol., Beih. Ergebn. Limnol.*, 1973/7. 1–218.
- Soós L.: A Nagy Alföld Mollusca-faunájáról. *Állatt. Közl.* 1915.
- Soós L.: A *Theodoxus transversalis* a Tiszában. *Állatt. Közl.* 1934.
- Soós L.: The alleged occurrence of *Theodoxus fluviatilis* L. in the river Tisza (*Gastropoda, Prosobranchiata*). *Acta zool. hung.* 1963/9.
- Soós L.: A *Theodoxus fluviatilis* L. (*Gastropoda, Prosobranchiata*) állítólagos előfordulása a Tiszában. *Állatt. Közl.* 1965/52.
- Soós L., Szilády Z.: *Nagy Alföldünk állatvilága. Puhatestűek, Mollusca*. Debrecen. 1925.
- Szabados M.: *Euglena* vizsgálatok. *Acta Biol. Szeged* 1936/6. 49–95.
- Szabados M.: Szentmihálytelek „Holt Tisza” ágának Flagellata vegetációja I. *Bot. Közl.* 1939/36. 109–119.
- Szabados M.: Szentmihálytelek „Holt Tisza” ága Flagellata és Volvocales vegetációja II. *Bot. Közl.* 1940/37. 48–65.
- Szító A.: Environmental factors influencing the abundance of Chironomida larvae (Chironomida lárvák abundanciáját befolyásoló környezeti tényezők a Tiszában). *Tiscia* (Szeged) 1981/16: 191–203.
- Szító A.: The sediment-fauna of the river Tisza and its tributaries based on the longitudinal-segment studies of 1986. *Tiscia* (Szeged) 1987/21: 134.

- Szitó, A.: A Tisza üledéklakó életközösségének változása az első adatoktól napjainkig *Hidrológiai Közöny*, 1996/1: 19–37
- Szitó, A.: The Oligochaete and the Chironomid fauna of the Upper Tisa Region and its tributaries. In: Hamar, J. and Sárkány-Kiss, A. (eds.): *The Upper Tisa Valley*. TISCIA monograph series, 1999. pp. 401–407.
- Szitó, A. 2000: A cianid mérgezés hatása a Tisza üledéklakó állataira. *Budapesti Közegészségügy* 2000/3. 301–305.
- Szitó A., Botos M.: Makrozoobenthos in the river Tisza and its influents. *Tiscia* (Szeged) 1989/23. 65–75.
- Szitó A., Szabó T.: The sediment-fauna of the Tisza river based on the longitudinal segment studies in 1989. *Tiscia* (Szeged) 1990/24. 89.
- Tóth B. M., Bába K.: The Mollusca fauna in the bed of the Tisza and its tributaries. *Tiscia* (Szeged) 1980/15. 143.
- Tóth B. M., Bába K.: The Mollusca fauna of the Tisza and its tributaries (A Tisza és mellékfolyói puhatestű faunája). *Tiscia* (Szeged) 1981/16. 169–181.
- Tóth, S.: Ein Beitrag zur Libellen-Fauna des Tisza-Tales. *Tiscia* (Szeged) 1966a/2. 103–106.
- Tóth, S.: Neue Angaben zur Dipteren Fauna des Theiss-Tales. *Tiscia* (Szeged) 1966b/ 2. 107–112.
- Tóth, S.: Adatok a Tisza-völgy Diptera faunájához (Tabanidea, Stratiomidea, Rhagonidea). *Rovartani Közl.* 1967/20. 4. 37–45.
- Tóth, S.: Data to the Trypetidae fauna of the Tisza-Valley (Diptera). *Tiscia* (Szeged) 1969/5. 97–105.
- Tóth, S.: Odonata fauna of the area of the second series of locks on the Tisza. *Tiscia* (Szeged) 1974/9. 87–97.
- Tóth, S.: Tabanidae fauna in the area of the Tisza II river barrage. *Tiscia* 1975.
- Uherkovich G.: A Tisza 1957/1958. évi őszi és téli phytoplanktonjának jellegzetességei és ennek kapcsán a potamoplankton fogalmának elvi körülhatárolása. *A II. Biol. Vándorgy. előadásainak ismertetése*. Szeged 1958. máj. 19–21.
- Uherkovich, G.: Das Leben der Tisza IV. Das Potamophytoplankton bei Szeged im Herbst und Winter 1957/58. *Acta Biol. Szeged N. S.* 1958a/4. 23–40.
- Uherkovich, G.: Das Leben der Tisza IV. Mallomonas-Arten aus der Tisza und einem „Toten-Arm“ der Tisza. *Acta Biol. Szeged N. S.* 1958b/4. 167–171.
- Uherkovich G.: A szolnoki Holt-Tisza moszatairól. *Jászokunság*. 1958c/4. 34–37.
- Uherkovich G.: Adatok a Tisza holtágainak mikrovegetációjához I. A szolnoki Tisza holtágainak algái 1957 őszén. *Bot. Közl.* 1959/48. 30–40.
- Uherkovich G.: Adatok a Tisza potamophytoplanktonja ismeretéhez I. A Tisza szegedi potamophytoplanktonja egy esztendei folyamatos vizsgálatának fontosabb eredményei. *Hidrol. Közl.* 1959a/39. 154–162.
- Uherkovich, G.: Characteristics of the Potamophytoplankton in the upper reach of the river Tisza at times of extremely high and extremely low water. *Acta Biol. Hung. Suppl.* 1959b/3. 21–22.
- Uherkovich G.: Adatok a Tisza potamophytoplanktonja ismeretéhez. II. A tiszalöki vízlépcső hatása a Tisza algavegetációjára. *Hidrol. Közl.* 1960/40 (3). 239–245.
- Uherkovich, G.: Das Leben der Tisza. XII. Weitere synoptische Beobachtungen über die Algenvegetation der Tisza (Theiss) zwischen Tiszabecs und Tiszacsege und ihrer Nebenflüsse. *Acta Biol. Szeged N. S.* 1961/7. 103–119.
- Uherkovich, G.: Das Leben der Tisza. XIV. Ergänzende Beiträge zur Kenntnis der Algenvegetation des Szolnoker Tisza-Altwassers. *Acta Biol. Szeged. N. S.*, 1961a/7 (3–4). 89–4.
- Uherkovich G.: Adatok a Tisza potamophytoplanktonja ismeretéhez III. A szolnoki mederszakasz őszi és tavaszi planktonalga együttese, a mederszakasz szaprobiológiai jellegzetességei. *Hidrol. Közl.* 1962/42 (4), 348–358.

- Uherkovich G.: Adatok a Tisza holtágainak mikrovegetációjához II. A szolnoki Holt-Tisza fitoplanktonjának mennyiségi viszonyai. *Bot. Köz.* 1963/ 50. 117–123.
- Uherkovich, G.: Das Leben der Tisza XXV. Die quantitativen bzw. Saprobiologischen Verhältnisse des Phytoplanktons im szolnoker Flussabschnitt. *Acta Biol. Szeged N. S.* 1964/ 10. 147–161.
- Uherkovich, G.: Das Leben der Tisza XXVI. Die quantitativen Verhältnisse des Phytoplanktons im Flussabschnitt von Tiszapalkonya. *Acta Biol. Szeged N. S.* 1965/11. 145–152.
- Uherkovich, G.: Über das Potamo-Phytoplankton der Tisza (Theiss) in Ungarn. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 1965a/50. 269–280.
- Uherkovich, G.: Das Leben der Tisza XXVII. Zur Frage der Potamolimnologie und des Potamoplanktons. *Acta Biol. Szeged N. S.* 1966a/12. 55–66.
- Uherkovich, G.: Übersicht über das Potamophytoplankton der Tisza (Theiss) in Ungarn. *Hydrobiologia* 1966b/28. 252–280.
- Uherkovich, G.: Über das Sommerplankton des Altwassers von Mártély. *Tiscia (Szeged)* 1967/3. 13–20.
- Uherkovich, G.: Neue und seltenere Algen aus der Tisza (Theiss) und zwei Altwässern der Theiss. *Tiscia (Szeged)* 1967a/ 3. 3–11.
- Uherkovich, G.: Über verschiedene Typen der Algenmassenvermehrung in der Tisza (Theiss). *Tiscia (Szeged)*. 1968/4. 11–20.
- Uherkovich G.: Adatok a tiszai potamoplanktonja ismeretéhez. VI. A népszerűség-maximumok kialakulásának kérdéséhez. *Hidrol. Köz.* 1968a/43. 315–323.
- Uherkovich, G.: Über das Phytoseston der eutrophierten Theiss (Tisza) I. Beobachtungen im Juli 1968. *Tiscia (Szeged)* 1969/5. 37–47.
- Uherkovich G.: Adatok a Tisza potamophytoplanktonja ismeretéhez VII. A népszerűségmaximumok sajátos formáiról. *Hidrol. Köz.* 1969a/49 (1). 31–35.
- Uherkovich G.: Adatok a Tisza potamophytoplanktonja ismeretéhez VIII. A tiszai kékmoszatok áttekintése. *Hidrol. Köz.* 1969b/49. 331–335.
- Uherkovich, G.: Über die quantitativen Verhältnisse des Phytosestons (Phytoplanktons) der Donau, Drau und Theiss. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 1969c/15. 183–200.
- Uherkovich G.: A Tisza lebegő parányinövényei. *Szolnok Megyei Múzeumi Adattár* 1971/20–22. 1–282.
- Uherkovich G.: Über das Phytoseston der eutrophierten Theiss (Tisza) II. Zur Frage der indikatoralgen für den eutrophierten Flusszustand. *Tiscia (Szeged)* 1971a/ 6. 19–24.
- Varga A., Csányi B.: Vízicsiga fajok elterjedése magyarországi folyókban az elmúlt évtized vizsgálati alapján I. *Fol. Hist.-nat. Mus. Matr.*, 1997/22. 285–322.
- Varga A., Csányi B.: Kágyó fajok elterjedése magyarországi folyókban az elmúlt évtized vizsgálati alapján II. (Mollusca Bivalvia). *Fol. Hist.-nat. Mus. Matr.*, 1998–1999/23. 347–367.
- VITUKI: Ökológiai szempontokon alapuló vízminősítő mérőhálózat kidolgozása. *Témajelentés*, 7613/3/2163, 1992/I–II. kötet.
- VITUKI Rt. 2000a: A Szamos és a Tisza folyók romániai eredetű cianid-szennyezése által okozott környezeti és természeti károk felmérésének vizsgálati eredményei 2000. március 31-i állapot. VITUKI., Budapest, 2000. április
- VITUKI Rt. 2000b: A Szamos és a Tisza folyók romániai eredetű cianid- és nehézfém-szennyezése által okozott környezeti és természeti károk felmérésének vizsgálati eredményei 2000. április 30-i állapot. VITUKI., Budapest, 2000. augusztus
- VITUKI Rt. 2001: A Szamos és Tisza folyók romániai eredetű cianid- és nehézfém-szennyezése által okozott természeti károk felmérése harmadik szakasza (2001. június-november)
- Zicsi, A.: Beiträge zur Lumbriciden des Tisza Tales. *Tiscia (Szeged)* 1965/1. 59–62.

Vízminőség és terhelhetőség

A közelmúltban lezajlott nagymértékű balesetszerű szennyezési események (a cianid- és nehézfém-szennyezések) a Tiszára és mellékvízfolyásaira irányították a figyelmet. Meg kell említeni, hogy korábban is voltak jelentős, ismétlődő szennyezési események, de eddig a katasztrofális cianidszennyezés volt a legnagyobb. Arra „jó” volt ez a megrázó eseménysorozat, hogy minden hazai és sok nemzetközi érintettben tudatosuljon: a vízi környezet védelmét és a vízminőség-szabályozást megfelelően tervezni kell a teljes Tisza-vízgyűjtő vonatkozásában, az integrált vízgazdálkodás és vízgyűjtő-gazdálkodás eszközeivel. Ahhoz azonban, hogy bármilyen természeti folyamat, emberi tevékenység és esemény várható hatását értékelni tudjuk és a szabályozási folyamatok előkészítését megkezdhessük, ismerni kellene a tiszai vízrendszer vízminőségét, annak változásait és legfőképpen a terhelhetőségét. Jelen anyagban sajnos főként csak az előbbivel a Tisza hazai szakaszának vízminőségi állapotával tudunk foglalkozni. Ez azért van így, mert a terhelhetőséggel való foglalkozáshoz egy olyan számszerűsített ok-okozati kapcsolatrendszerre van szükség a befogadók immissziós állapota és az azt kiváltó emissziók között, amit vízminőségi illetve vízgyűjtő-modellezésnek hívunk. Jelen anyag szerzői egy nemzetközi EU-project¹ keretében ez utóbbival is foglalkoznak, de ennek eredményei majd csak évek múlva állnak majd elő és akkor is még mindig főként csak a további iránymutatás szintjén. A magyarázat egyszerű: a hazai és nemzetközi mérőhálózatok és adatrendszerek, valamint nem utolsósorban a folyamatorientált helyszíni mérésekre rendelkezésre álló pénzügyi keretek jelenleg (és sajnos vélhetően még hosszú ideig) az ok-okozati kapcsolatoknak csak igen durva elemzését teszik lehetővé. E problémakörbe bővebb betekintést nyújthat egy korábbi tanulmányunk² illetve a Vituki Rt. honlapján³ a publikációk között is megtalálható vízgyűjtő-modellezési projekteredményismertetőnk, valamint nyomtatott tanulmányaink.⁴

Jelen tanulmányban azt mutatjuk be a rendelkezésre álló vízminőségi törzshálózati adatok, valamint szennyvíz-adatok alapján, hogy a különböző vízminőségi komponensek mért értékei milyen állapotokat és állapotváltozásokat tükröznek, illetve a szennyezőanyagok honnan és milyen terheléssel érkeztek és érkeznek napjainkban is az országba. A határon túlról érkező ter-

helések elemzése mellett a magyarországi – sajnálatosan hiányos – szennyezőforrás-adatbázis felhasználásával a hazai terhelések mértéke is becsülhető. Mindezek alapján egy átfogó jellegű, tájékoztató képet kapunk a hazai Tisza-vízgyűjtő vízminőségi viszonyairól.

A Tisza-vízgyűjtő felszíni vízkészleteinek több mint 90%-a külföldről származik, ennek döntő szerepe van a vízminőség magyarországi alakulásában. Ezért szükséges a hazai Tisza-vízrendszer be- és kilépő szelvényeiben mért szennyezőanyag-koncentrációk, illetve terhelések, azaz anyagmérlegek kiemelt elemzése. A külföldi terhelések és a hazai vízgyűjtőn jelentkező terhelések összehasonlításához egyszerű anyagmérleg-számítások alkalmazhatók, melyeknél azonban figyelembe kell venni néhány – a becslési hibát növelő – tényezőt, melyek a következők:

- a vízminőség mederbeni alakulását a külső terheléseken túlmenően alapvetően meghatározzák az ún. átalakulási (transzformációs) folyamatok. Ezek közé soroljuk azokat a fizikai, kémiai, biológiai és biokémiai folyamatokat (például a lebomlást, kiüledést, szaporodást, biológiai anyagfelvételt, stb.) amelyek hatására az egységnyi térfogatú vízben az adott anyag mennyisége megváltozik;
- a szennyezőanyag-kibocsátások tényleges mértéke csak hozzávetőlegesen ismert a rendkívül alacsony (bírságolás céljából évi két kötelező) mintavételezés következtében;
- a jelenlegi mintavételezési gyakoriságból származó, évi átlagra statisztikailag levezethető hiba elérheti a 10-20%-ot, a kisebb folyókra pedig ennél nagyobb is lehet.⁵

A vízminősítésnél figyelembe veendő mintavételi helyek, vízminőségi jellemzők és határértékek szempontjából az MSz 12749 Magyar Szabvány előírásai irányadóak. Az öt vízminőségi osztályt (kitűnő, jó, tűrhető, szennyezett, erősen szennyezett) tartalmazó szabvány összesen 55 komponensre ad határértéket, ám ezek nem mindegyikét mérik. Ugyanakkor számos – felhasználás szempontjából lényeges – komponenst (keménységek, nátriumszázalék, víz-hőfok, lúgosság, anionok, kationok, összes oldott anyag, összes lebegő anyag, stb.) mérnek, amire viszont a szabvány nem ad határértéket. Munkánk során 30 olyan komponenst vettünk figyelembe, amit mérnek is, és amire határérték is található a szabványban. A vizsgálandó paramétereket öt nagy csoportba (oxigénháztartás, tápanyagháztartás, mikrobiológiai paraméterek, mikro-szennyezők, valamint toxicitás és egyéb jellemzők) sorolják.

Az ötosztályos szabvány magát a vizet minősíti, függetlenül a vízhasználatok igényeitől. A minősítés alapja az éves 90%-os tartósságú érték. A minősítés és osztályozás vízminőségi komponensekként külön-külön történik. Az egy komponenscsoportba tartozó jellemzők közül a legkedvezőtlenebb minősítést adó a mértékadó. Az alkalmazott szabvány határértékrendszerét a 31. táblázat mutatja be.

31. táblázat

Az MSz 12749 Magyar Szabvány határértékrendszere

Vízminőségi jellemzők	Mérték- egység	Osztályhatárok			
		I-II.	II-III.	III-IV.	IV-V.
Oxigénháztartás					
Oldott oxigén	mg/l	7	6	4	3
Oxigéntelítettség	%	80	70	50	20
	%	100	120	150	200
BOI5	mg/l	4	6	10	15
KOI _p	mg/l	5	8	15	20
KOI _d	mg/l	12	22	40	60
Szaprobítási index	-	1,8	2,3	2,8	3,3
Tápanyagháztartás					
Ammónium-N	mg/l	0,2	0,5	1	2
Nitrit-N	mg/l	0,01	0,03	0,1	0,3
Nitrát-N	mg/l	1	5	10	25
Ortofoszfát-P	µg/l	50	100	200	500
Összes P*	µg/l	100	200	400	1000
Klorofill-a*	µg/l	10	25	75	250
Mikrobiológiai paraméterek					
Coliformszám*	i/ml	1	10	100	1000
Fekális coliformszám*	i/ml	0,2	1	10	100
Fekális streptococcus*	i/ml	0,2	1	10	100
Mikroszennyezők					
Kőolaj és termékei	µg/l	20	50	100	250
Fenolok	µg/l	2	5	10	20
Anionaktív detergenssek	µg/l	100	200	300	500
Cink (oldott)*	µg/l	50	75	100	300
Higany (oldott)*	µg/l	0,1	0,2	0,5	1,0
Kadmium (oldott)*	µg/l	0,5	1,0	2,0	5,0
Króm (oldott)*	µg/l	10	20	50	100
Nikkel (oldott)*	µg/l	15	30	50	200
Ólom (oldott)*	µg/l	5	20	50	100
Réz (oldott)*	µg/l	5	10	50	100
Összes b-aktivitás*	Bq/l	0,17	0,35	0,55	1,10
Egyéb jellemzők					
pH	-	6,5	6,5	6,0	5,5
	-	8,0	8,5	9,0	9,5
Vezetőképeség	µS/cm	500	700	1000	2000
Vas	mg/l	0,1	0,2	0,5	1
Mangán	mg/l	0,05	0,1	0,1	0,5

* Csak 1994 óta mérik nagy gyakorisággal.

Mintavételi helyek és rendelkezésre álló adatbázisok

Az országos vízminőségi törzshálózati mintavételi vizsgálatok eredményeként a Tisza magyarországi vízgyűjtője területén jelenleg 93 mintavételi helyen folynak rendszeres vízmintavételek (és ezekből jobbra kémiai analízisek). Jelen elemzés során azonban csak a legfontosabbnak ítélt mintavételi helyek mérési eredményeit értékeltük. A mintavételi helyek kiválasztásánál törekedtünk arra, hogy azok reprezentálják a teljes hazai Tisza-szakaszt és a jellemző – határon túlról érkező, illetve csak hazai vízgyűjtővel rendelkező – mellékvizeket is, valamint megfelelő idősor, mérési gyakoriság és komponenskör álljon rendelkezésre. Ezen szempontok alapján összesen 38 törzshálózati mintavételi hely került az alábbi megoszlásban:

- Tiszai mintavételi helyek (16);
- Mellékvízfolyások határközei mintavételi helyei (13);
- Hazai vízgyűjtővel rendelkező mellékvízfolyások mintavételi helyei (7);
- Egyéb igények miatt figyelembe vett mintavételi helyek (2)

A vízminőségi viszonyok szempontjából értékelt időszak hossza az utolsó tíz év (1992–2001), melyet részletesen két ötéves időintervallumra bontva (1992–1996 és 1997–2001) tűnt célszerűnek vizsgálni. A vízminőség időbeni változása a tízéves adatsorra illesztett lineáris trendszámítás eredményeinek segítségével mutatható be. Meg kell azonban jegyezni, hogy az elmúlt 25 év során olyan nagy mértékű változások mentek végbe a vízgyűjtőn, hogy a hosszabb idejű kitekintés is célszerű.

Vízminősítés

A Tisza-völgyben a felszíni vizek vízminőségét jelentősen befolyásolja a vízgyűjtőn fekvő országok gazdasági helyzete. Ahogy Magyarországon, úgy a környező államokban is gazdasági recesszió következett be a politikai rendszerváltás nyomán és ez a vízi környezet állapota szempontjából pozitív változásokkal is járt. Vélhető, de számszerű értékek hiányában nem bizonyítható, hogy a Tisza-vízgyűjtő országaiban megindult környezetvédelmi beruházások (elsősorban a szennyvíztisztítás és csatornázás) is hozzájárulhattak-e pozitív változásokhoz. Több komponens esetében is – elsősorban ammónium, biokémiai oxigénigény és anionaktív detergens szempontjából – jelentős javulást figyelhetünk meg. A műtrágyahasználat csökkenésének hatása a nitrogénformák és káliumkoncentrációk alakulásában figyelhető meg.

Oxigénháztartási mutatók

Az oldottoxigén-koncentrációk terén a Tisza magyarországi szakaszán többnyire II. osztályú, tehát jó vízminőség a volt jellemző a vizsgált időszakban. A külföldi eredetű mellékvízfolyások közül tűrhető, illetve esetlegesen szennyezett jelleget mutatott a Ronyva és a Kraszna. A hazai vízgyűjtővel rendelkező vízfolyások zömében tűrhető, illetve annál rosszabb vízminőség volt megfigyelhető, kivéve a Tarna és Zagya vízfolyásokat, ahol II. osztályú, jó vízminőség volt a jellemző. Ugyanezen megállapítások tehetőek a BOI_5 (69. ábra) és KOI_{ps} (70. ábra) komponensekre is. A tiszai mérőszelvényekben javarészt II–III. osztályú vízminőség a '90-es években fokozatosan javult, kiváló vagy jó vízminőség alakult ki. A legszennyezettebb mellékvízfolyások a Ronyva, a Kraszna, a Szamos, a Maros, valamint a Zagya és Tarna kivételével az összes hazai vízgyűjtővel rendelkező vízfolyás III., vagy annál rosszabb vízminőségi osztályba sorolható.

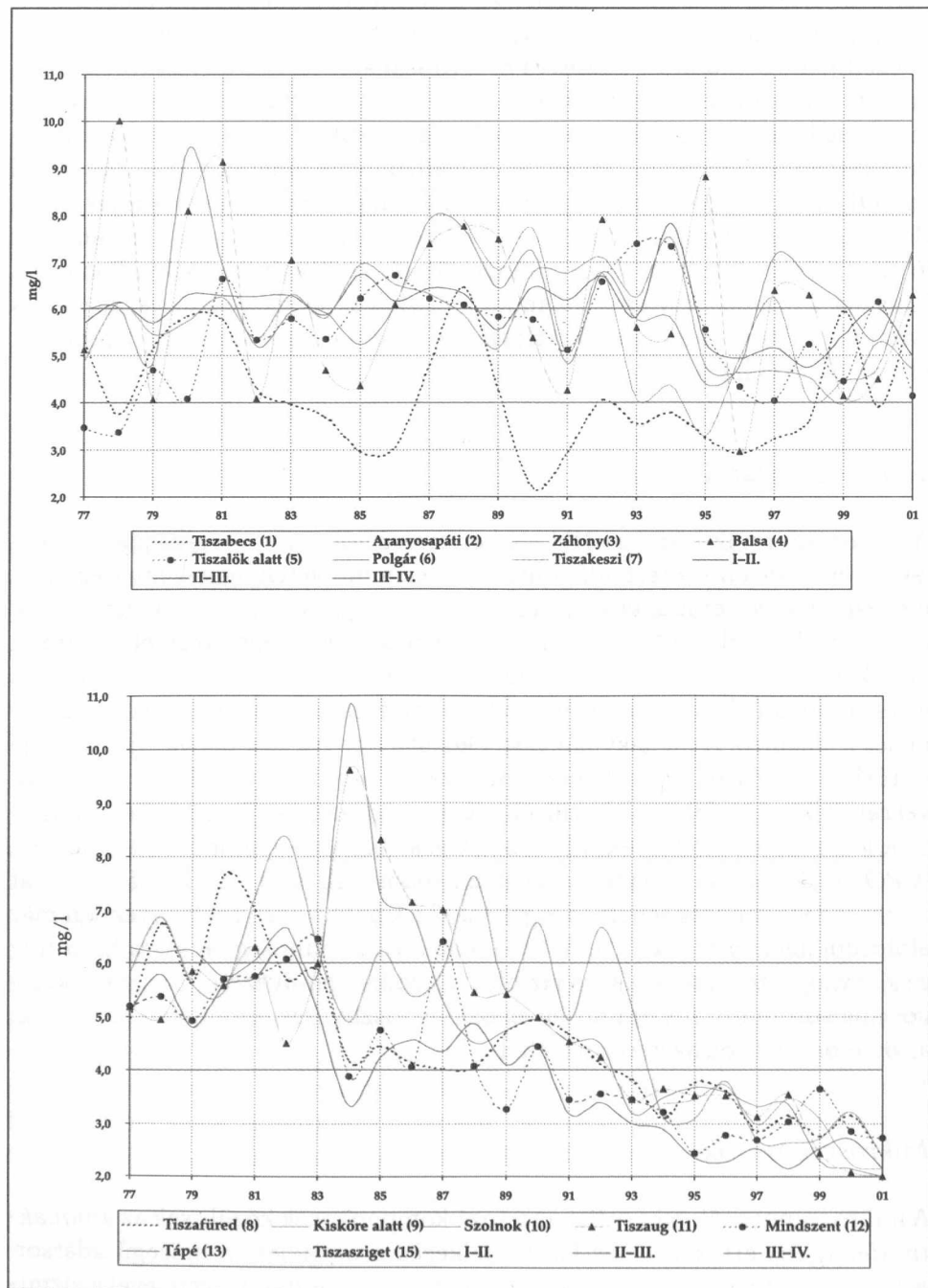
Tápanyagháztartási mutatók

A nitrogénformák közül az $\text{NH}_4\text{-N}$ koncentrációkat nem értékeljük, mivel a '90-es évek elején – eltérő időpontokban – a mintavételi helyek mindegyikén megváltozott a komponens mérési módszere, így a minősítés biztonsággal nem végezhető el. Az $\text{NH}_2\text{-N}$, mint a nitrifikáció közbenső terméke, szintén nem kerül minősítésre. A nitrát-nitrogén koncentrációk 90%-os percentilis értékei alapján a Tisza minden vizsgált mintavételi helyén jó (II. osztály) vízminőség a jellemző. A mellékvízfolyások közül a Ronyva és a Bódva vízminősége jó-tűrhető, a Maros esetenként szennyezett jelleget mutat. A hazai vízgyűjtővel rendelkező vízfolyások közül a Lónyai-csatorna és az Eger-patak tekinthető a legszennyezettebbnek, III. osztály, azaz tűrhető vízminőség a jellemző. A $\text{PO}_4\text{-P}$ (71. ábra) a tiszai szelvények többségében II.–III. osztályú, tehát jótűrhető vízminőség jellemző, ugyanakkor a határközei szelvényekben már előfordul néhány szelvény, ahol IV.–V. osztályú vízminőség tapasztalható, míg a saját vízgyűjtővel rendelkező vízfolyások zöme szennyezett (V. osztály) kategóriába sorolható. A vízminőség az összes foszfor szempontjából hasonlóan az ortofoszfáréhoz hasonlóan alakul.

Mikroszennyezők

A mikroszennyezők csoportjába tartozó komponensek közül csak az *anionaktív detergens* értékeléséhez áll rendelkezésre megfelelő minőségű adatsor. A Lónyai-csatorna (V. osztály) és a Kösely (III.–IV. osztály) kivételével a vízmi-

**BOI₅ koncentrációk 90%-os percentilis értékei
a Tisza mintavételi helyein**



nőség kitűnő-jó, a koncentráció csak ritkán haladja meg a III. osztály határértékét.

Egyéb komponensek

A fajlagos elektromos vezetőképességi értékek alapján a vizsgált törzshálózati mintavételi helyeken a Szamos, a Kraszna, a Maros és esetenként a Berettyó kivételével – ahol tűrhető, III. osztályú vízminőség uralkodó – jó, azaz II. osztályú vízminőség a jellemző.

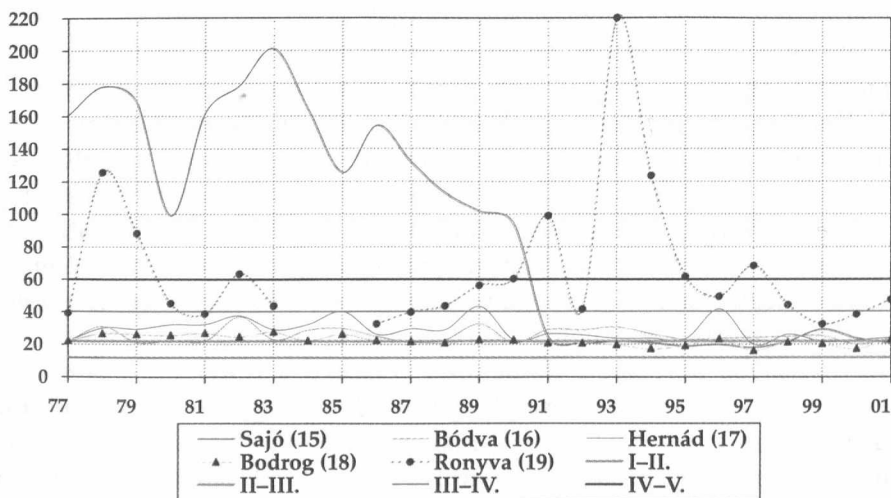
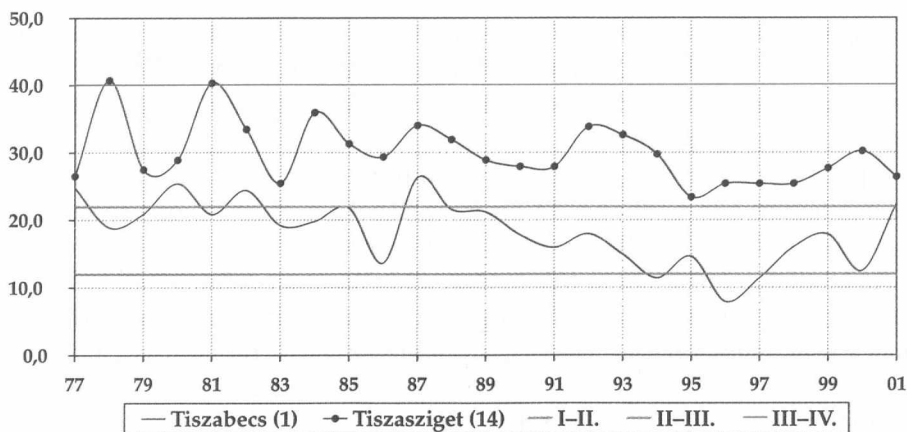
A pH esetében a vizsgált szelvények mindegyikében kitűnő-jó vízminőség volt a jellemző, bár, mint az a 72. ábrán is látható, a pH 90%-os percentilis értékei jelentősen emelkedtek a vizsgált időszakban.

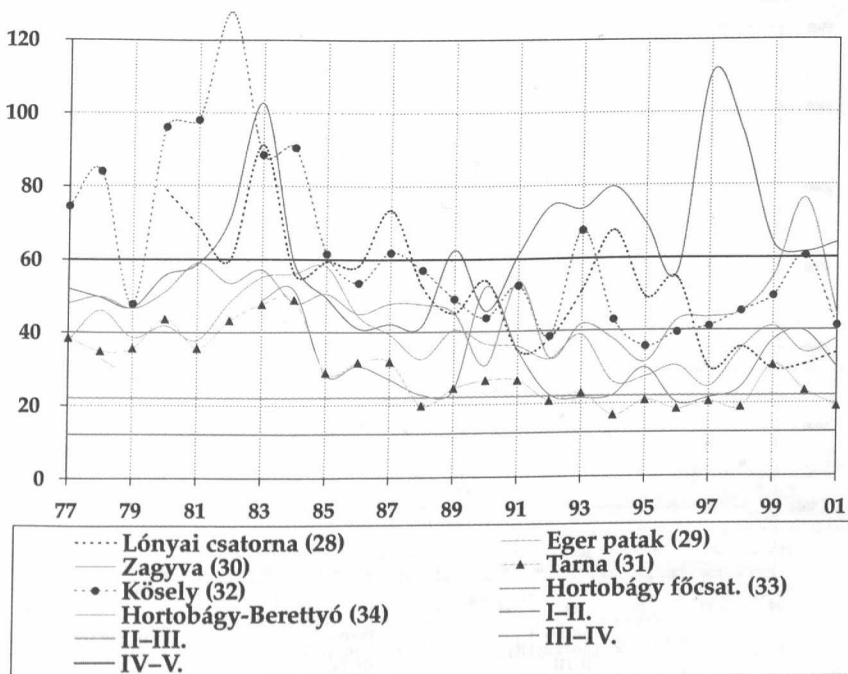
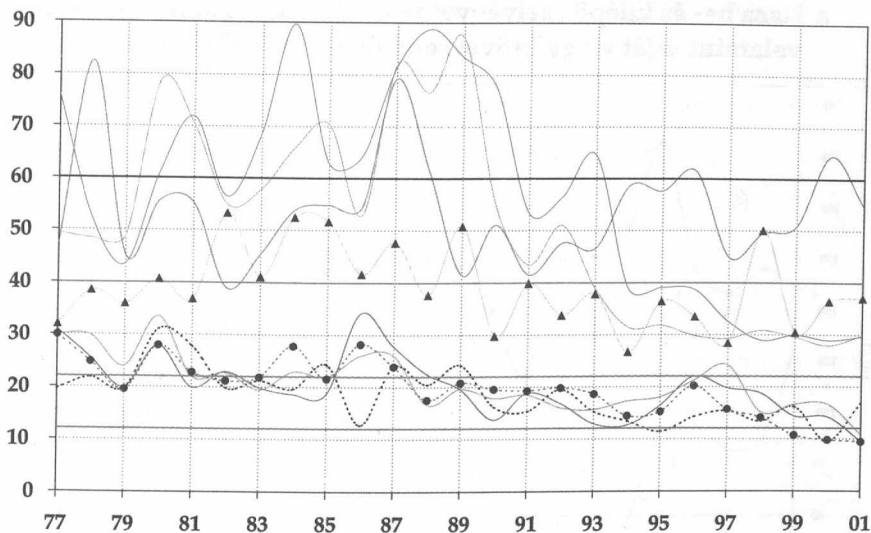
Az általános értékelésen túlmenően a kiválasztott mintavételi helyek vízminőségi adatait első lépésben úgy dolgoztuk fel, hogy azonnal látható válnak a legjellemzőbb szennyező komponensek. A 32. táblázatban a legszennyezettebb vízminőségi osztályokba (IV és V. osztály) sorolást okozó paraméterek %-os arányát tüntetjük fel.

Látható, hogy a vizsgált szelvények mindegyikében a mikrobiológiai paraméterek okoznak szennyezett vízminőséget. Ez főként a nem megfelelően kezelt kommunális szennyvizek hatásának tudható be. A mellékvízfolyások esetében a mikrobiológiai paraméterek mellett a tápanyagháztartás komponensei jelentenek gondot. Legkedvezőtlenebb képet a csak hazai vízgyűjtő területtel rendelkező kis vízfolyások mutatják, erre a kis hígító kapacitásuk ad magyarázatot. A táblázatban láthatók (áthúzással jelölve) olyan vízminőségi jellemzők (kőolaj és termékei, cink, higany, vas, mangán) melyek nem jelenthetnek valós szennyezettségi problémát, illetve jelentős analitikai problémát hordoznak. A kőolaj és termékeinek kedvezőtlen eredményei mögött analitikai probléma húzódik meg. A határértékek túlzott szigorát tükrözi a cink és higany problémája, nemzetközi előírásokban ugyanis hasonló határérték-rendszert az összes fémekre adnak, míg a magyar gyakorlatban oldott fémeket mérnek és osztályoznak. A mangán- és vasszennyeződés természetes eredetre vezethető vissza, így ez nem tekinthető antropogén szennyezésnek.

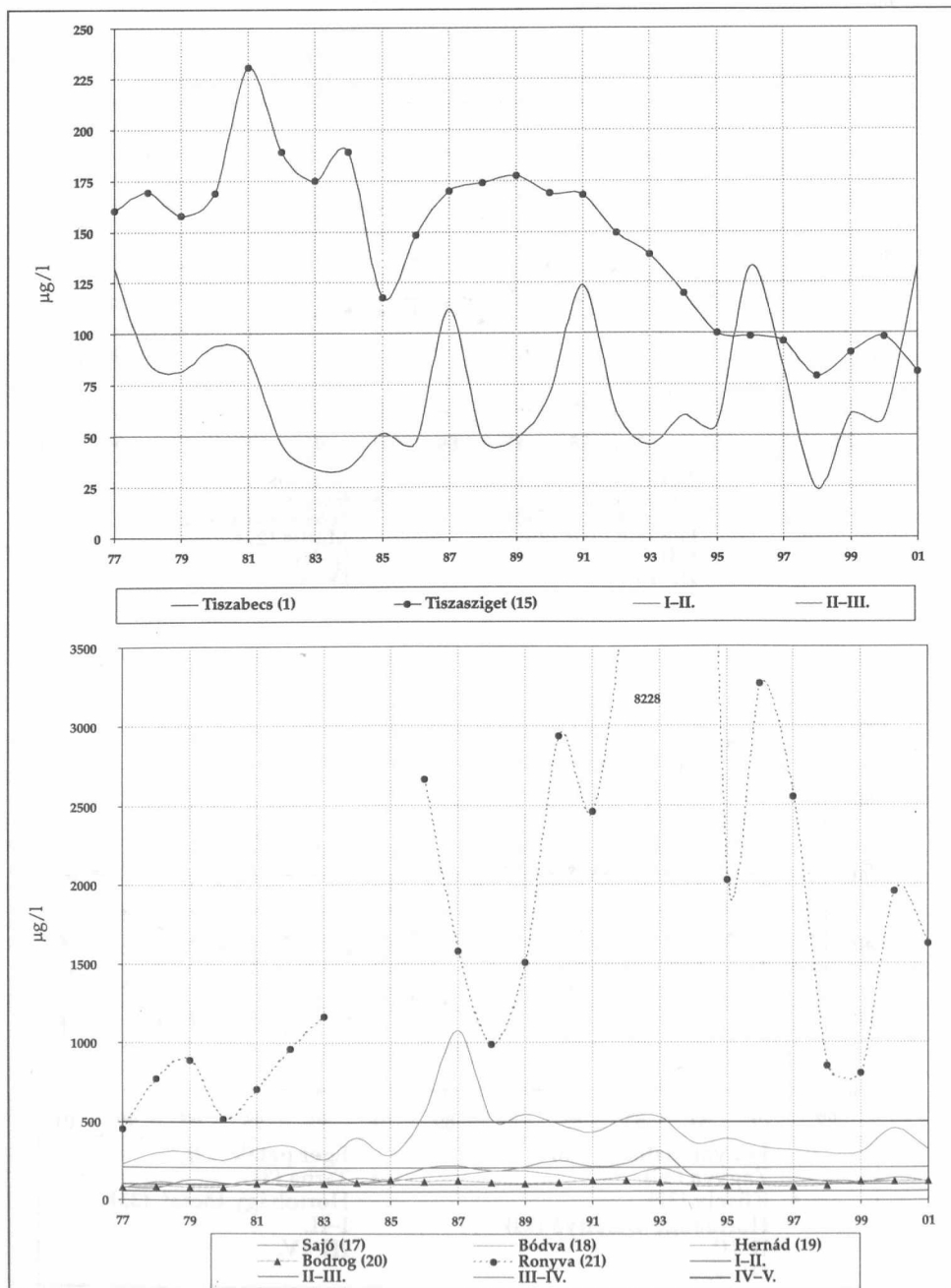
Az osztályba soroláson túlmenően célszerű a tényleges számértékek hasonló jellegű összehasonlítása (33. táblázat), mivel így részletesebb eredményeket kapunk az osztályba sorolásnál. A 33. táblázatból az előzőekben leírtaknak megfelelő következtetés vonható le, azzal a kiegészítéssel, hogy amíg a tiszai szelvényekben a mikrobiológiai paraméterek jelentik a legnagyobb gondot, addig a mellékvízfolyásokon (ezek közül is főként a hazai vízgyűjtővel rendelkezőkön) a foszforformák 90%-os tartóssági értékei nagyságrenddel magasabbak, mint magán a Tisza folyón. Ez azzal magyarázható, hogy a kis vízfolyásokat szennyező kommunális szennyvíztisztítók foszforeltávolítása

**KOI_{ps} koncentrációk 90%-os percentilis értékei
a Tisza be- és kilépő szelvényeiben, szlovák és román eredetű,
valamint saját vízgyűjtővel rendelkező mellékvízfolyásain**

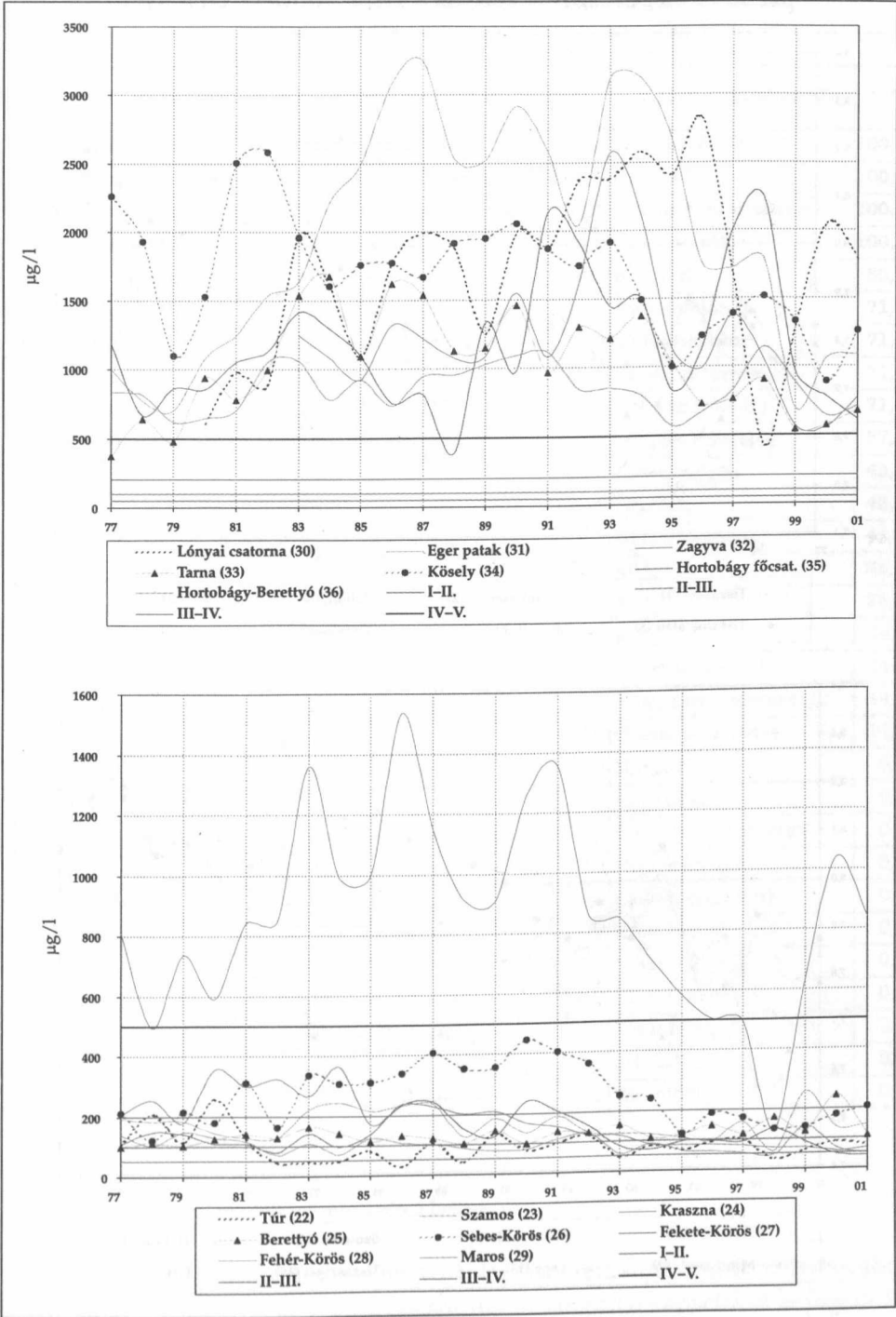




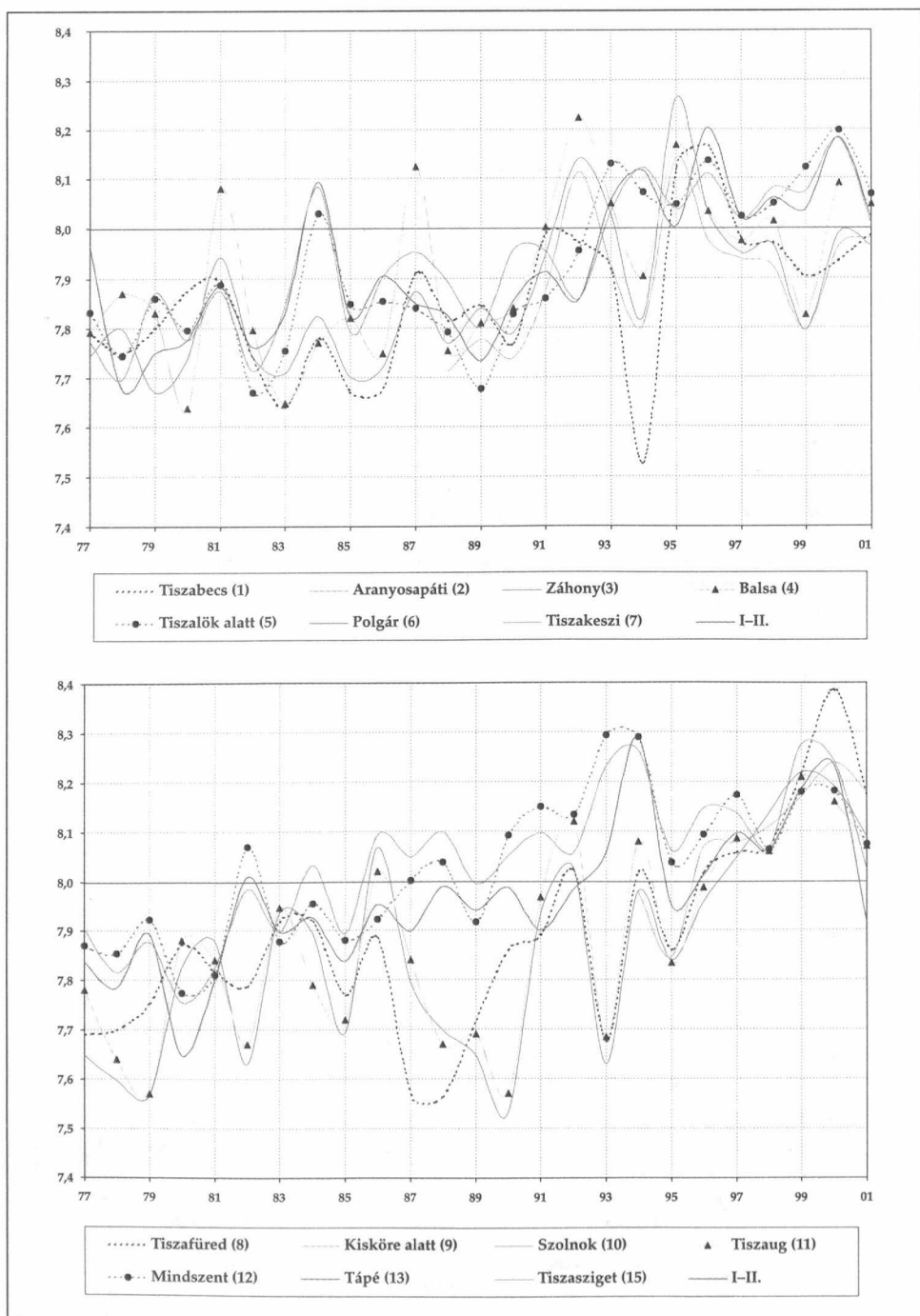
**PO₄-P koncentrációk 90%-os percentilis értékei
a Tisza be- és kilépő szelvényeiben, szlovák és román eredetű,
valamint saját vízgyűjtővel rendelkező mellékvízfolyásain**



71. ábra folytatása



pH 90%-os percentilis értékei a Tisza mintavételi helyein



**IV. és V. osztályú vízminőségi jellemzők
a különböző típusú mintavételi helyeken**

Vízminőségi jellemző	*	Vízminőségi jellemző	**	Vízminőségi jellemző	***
Fekális coliformszám	78,6	Coliformszám	100,0	Ortofoszfát-P	100,0
Coliformszám	71,4	Fekális coliformszám	100,0	Összes P	100,0
Fekális streptococcus	57,1	Fekális streptococcus	80,0	Fekális coliformszám	100,0
Mangán (oldott)	50,0	Cink (oldott)	69,2	Cink (oldott)	100,0
Kőolaj és termékei	25,0	Összes P	38,5	Nitrit-N	85,7
Cink (oldott)	25,0	Mangán (oldott)	38,5	Ammónium-N	71,4
Higany (oldott)	25,0	Higany (oldott)	25,0	Coliformszám	71,4
Vas (oldott)	6,3	Ammónium-N	23,1	Kőolaj és termékei	71,4
Oldott oxigén	0,0	Nitrit-N	23,1	Mangán (oldott)	71,4
Oxigéntelítettség	0,0	Ortofoszfát-P	23,1	Oxigéntelítettség	57,1
BOI ₅	0,0	Vas (oldott)	23,1	Oldott oxigén	42,9
KOI _p	0,0	KOI _d	15,4	Fenolok	42,9
KOI _d	0,0	Szaprobitási index	15,4	Vezetőképeség	42,9
Szaprobitási index	0,0	Oxigéntelítettség	7,7	KOI _p	28,6
Ammónium-N	0,0	BOI ₅	7,7	KOI _d	28,6
Nitrit-N	0,0	KOI _p	7,7	BOI ₅	14,3
Nitrát-N	0,0	Klorofill-a	7,7	Szaprobitási index	14,3
Ortofoszfát-P	0,0	Kőolaj és termékei	7,7	Anionaktív detergenssek	14,3
Összes P	0,0	Fenolok	7,7	Összes β-aktivitás	14,3
Klorofill-a	0,0	Oldott oxigén	0,0	Nitrát-N	0,0
Fenolok	0,0	Nitrát-N	0,0	Klorofill-a	0,0
Anionaktív detergenssek	0,0	Anionaktív detergenssek	0,0	Fekális streptococcus	0,0
Kadmium (oldott)	0,0	Kadmium (oldott)	0,0	Higany (oldott)	0,0
Króm (oldott)	0,0	Króm (oldott)	0,0	Kadmium (oldott)	0,0
Nikkel (oldott)	0,0	Nikkel (oldott)	0,0	Króm (oldott)	0,0
Ólom (oldott)	0,0	Ólom (oldott)	0,0	Nikkel (oldott)	0,0
Réz (oldott)	0,0	Réz (oldott)	0,0	Ólom (oldott)	0,0
Összes β-aktivitás	0,0	Összes β-aktivitás	0,0	Réz (oldott)	0,0
pH (Labor)	0,0	pH (Labor)	0,0	pH (Labor)	0,0
Vezetőképeség	0,0	Vezetőképeség	0,0	Vas (oldott)	0,0

* Tiszai mintavételi helyek

** Határ(közel) mintavételi helyek

*** Hazai vízgyűjtővel rendelkező mintavételi helyek

nem megfelelő, továbbá a vízgyűjtő talajában felhalmozódott műtrágyából származó foszfor a felszíni lefolyás során a kis hígítási kapacitású befogadók-

33. táblázat

Vízminőségi jellemzők összehasonlítása 90%-os tartóssági értékük alapján

Vízminőségi jellemző	Tiszai	Határ(közei)	Hazai vízgyűjtővel rendelkező
	mintavételi helyek 90%-os tartósságú értékeinek átlaga		
	Oxigén háztartás		
Oldott oxigén	7,3	7,1	4,1
Oxigéntelítettség	79	74	42
BOI5	4,1	5,8	6,9
KOIp	7,4	9,0	12,5
KOId	22,2	26,8	44,3
Szaprobítási index	2,51	2,61	2,63
Tápanyag háztartás			
Ammónium-N	0,29	0,81	2,95
Nitrit-N	0,03	0,10	0,22
Nitrát-N	1,61	2,43	3,72
Ortofoszfát-P	97	305	1303
Összes P	299	499	1959
Klorofill-a	29,5	29,9	43,2
Mikrobiológiai paraméterek			
Coliformszám	773	849	430
Fekális coliformszám	88	76	48
Fekális streptococcus	24	23	5
Szerves és szervetlen mikroszennyezők			
Kőolaj és termékei	84	82	351
Fenolok	4	5	15
Anionaktív detergenssek	39	64	153
Cink (oldott)	61	171	358
Higany (oldott)	0,32	0,30	0,33
Kadmium (oldott)	0,28	0,53	0,82
Króm (oldott)	1,7	4,3	2,2
Nikkel (oldott)	4,7	6,2	8,8
Ólom (oldott)	2,7	4,1	7,1
Réz (oldott)	8,9	13,1	22,3
Összes b-aktivitás	0,28	0,27	0,42
Egyéb paraméterek			
pH (Labor)	8,1	8,0	8,1
Vezetőképeség	493	557	1176
Vas (oldott)	0,16	0,31	0,20
Mangán (oldott)	0,12	0,19	0,22

ba kerül, ahol vízminőségi problémát okoz. Ugyanakkor a főbefogadó Tisza nagy hígító kapacitásának köszönhetően a foszforformák okozta vízminőségi probléma csökken, illetve meg is szűnhet. A 33. táblázatban a *kivastagított* értékek mutatják a IV. illetve V. osztályú határértéket meghaladó koncentrációkat az 1996–2001 időszakra vonatkoztatva.

Ahhoz, hogy a vizsgált mintavételi helyeket, így a vízfolyásokat vízminőségük alapján rangsorolni lehessen, ki kell számítani a különböző vízminőségi jellemzők osztályátlagait, ezzel az egyetlen számmal jellemezhetjük a vízfolyásokat. Ennél a módszernél az adatokból természetesen nem látható, hogy melyik az a komponens, illetve komponenscsoport, ami a vízminőséget jelentősen befolyásolja, de az jól megfigyelhető, hogy melyek azok a vízfolyások, ahol vízminőségi probléma jelentkezik (34. táblázat).

Az osztályátlagok sorberendezésével látható, hogy a legrosszabb vízminőségi osztályátlaggal rendelkező vízfolyások főleg a hazai vízgyűjtővel rendelkezők, a tíz legrosszabb között nem szerepel egy tiszai mintavételi hely sem, ugyanakkor három román eredetű (Kraszna, Berettyó, Szamos) és egy szlovák eredetű (Ronyva) vízfolyás határközeli szelvénye tartozik a 10 legrosszabb minőségű szelvény közé. A Tisza-állomások esetében az osztályátlagok átlaga 2,11, ami csak kicsit rosszabb mint a II., „jó” vízminőség.

Időbeli változások értékelése

A vízminőségi jellemzők időbeni változásáról elmondható, hogy általános tendenciaképpen nagy mértékű vízminőség-javulás figyelhető meg a vizsgált mintavételi helyeken az elmúlt tíz évben, míg a közelmúlt néhány évét ismét bizonyos mértékű romlás jellemzi több paraméter tekintetében. Komponenscsoportonként (jellemző paramétereket kiemelve) vizsgálva a vízminőségi trendeket, – melyek a komponensek koncentrációinak 90%-os percentilis értékei alapján kerültek kiszámításra – a következő megállapítások tehetők.

Oxigénháztartási mutatók

A BOI_5 esetében elmondható, hogy a különböző mintavételi szelvényekben más és más tendenciát mutat: amíg a felső Tisza szakaszon pozitív a trend, tehát vízminőségromlás a jellemző, addig a középső és alsó szakaszon jelentős vízminőségi javulás tapasztalható. A lineáris trendvizsgálat alapján megállapítható, hogy a javulás mértéke az összes vizsgált tiszai törzshálózati mintavételi hely figyelembevételével átlagosan 3% (trend: $-3\%/év$). Hasonló vízminőségjavulás figyelhető meg a mellékvízfolyások határközeli szelvényeiben ($-4,4\%/év$), mely főleg ott markánsabb, ahol a '80-as évek végéig magas

34. táblázat

Vízminőségi osztályátlagok az összes értékelte vízminőségi jellemző alapján

Mintavételi helyek sorrendjében		Vízminőségi osztályátlag sorrendjében	
mintavételi hely	osztály- átlag	mintavételi hely	osztály- átlag
Tisza, Tiszabecs (1)	1,93	Hortobágy főcsat., Görbeháza (33)	3,63
Tisza, Aranyosapáti (2)	2,31	Hortobágy–Berettyó, Apavára (34)	3,37
Tisza, Záhony (3)	2,50	Kösely, Nádudvar (32)	3,33
Tisza, Balsa (4)	2,47	Kraszna, Mérek (22)	3,14
Tisza, Tiszalök alatt (5)	2,12	Lónyai csatorna, Buj (28)	3,11
Tisza, Polgár (6)	2,13	Berettó, Berettyóújfalú (23)	2,97
Tisza, Tiszakeszi (7)	2,08	Ronyva, Sátoraljaújhely (19)	2,79
Tisza, Tiszafüred (8)	2,07	Szamos, Csenger (21)	2,75
Tisza, Kisköre alatt (9)	1,93	Eger patak, Négyes (29)	2,71
Tisza, Szolnok (10)	2,00	Zagyva, Újszász (30)	2,71
Tisza, Tiszaug (11)	2,07	Tisza, Záhony (3)	2,50
Tisza, Mindszent (12)	2,03	Tisza, Balsa (4)	2,47
Tisza, Tápé(13)	1,93	Hernád, Tornyosnémeti (17)	2,40
Tisza, Tiszasziget (bal part) (14)	2,10	Maros, Makó (27)	2,40
Tisza, Tiszasziget (közép) (14)	2,07	Tarna, Jászdózsza (31)	2,39
Tisza, Tiszasziget (jobb part) (14)	2,17	Tisza, Aranyosapáti (2)	2,31
Sajó, Sajópüspöki (15)	2,10	Bódva, Hídvégardó (16)	2,30
Bódva, Hídvégardó (16)	2,30	Túr, Kishódos (20)	2,30
Hernád, Tornyosnémeti (17)	2,40	Tisza, Tiszasziget (jobb part) (14)	2,17
Bodrog, Felsőberecki (18)	2,03	Sebes-Körös, Körösszakál (24)	2,17
Ronyva, Sátoraljaújhely (19)	2,79	Tisza, Polgár (6)	2,13
Túr, Kishódos (20)	2,30	Tisza, Tiszalök alatt (5)	2,12
Szamos, Csenger (21)	2,75	Tisza, Tiszasziget (bal part) (14)	2,10
Kraszna, Mérek (22)	3,14	Sajó, Sajópüspöki (15)	2,10
Berettó, Berettyóújfalú (23)	2,97	Tisza, Tiszakeszi (7)	2,08
Sebes-Körös, Körösszakál (24)	2,17	Tisza, Tiszafüred (8)	2,07
Fekete-Körös, Sarkad (25)	1,97	Tisza, Tiszaug (11)	2,07
Fehér-Körös, Gyulavári (26)	2,00	Tisza, Tiszasziget (közép) (14)	2,07
Maros, Makó (27)	2,40	Tisza, Mindszent (12)	2,03
Lónyai csatorna, Buj (28)	3,11	Bodrog, Felsőberecki (18)	2,03
Eger patak, Négyes (29)	2,71	Tisza, Szolnok (10)	2,00
Zagyva, Újszász (30)	2,71	Fehér-Körös, Gyulavári (26)	2,00
Tarna, Jászdózsza (31)	2,39	Fekete-Körös, Sarkad (25)	1,97
Kösely, Nádudvar (32)	3,33	Tisza, Tiszabecs (1)	1,93
Hortobágy főcsat., Görbeháza (33)	3,63	Tisza, Tápé(13)	1,93
Hortobágy–Berettyó, Apavára (34)	3,37	Tisza, Kisköre alatt (9)	1,93

volt a BOI_5 koncentráció (Sajó, Ronyva, Kraszna, Szamos, Maros). Ugyanakkor a hazai vízgyűjtővel rendelkező vízfolyások esetében már nem tapasztalható szignifikáns trend, egy részük (Eger patak, Tarna) vízminősége jelentősen javult, míg a többi kis mértékben romlott a vizsgált periódus alatt. A KOI_d tekintetében a mintavételi helyekre jellemző trendek átlaga 0,1%, tehát kis mértékű romlás figyelhető meg a tiszai mintavételi helyeken, ugyanakkor a mellékvízfolyások határközeli szelvényeiben vízminőség javulás a jellemző (-2,8%/év). A kizárólag hazai vízgyűjtővel rendelkező vízfolyások esetében a Lónyai és Hortobágy főcsatornák kivételével vízminőségromlás volt tapasztalható.

Tápanyagháztartási mutatók

A tápanyagháztartási mutatók közül a nitrát és az ortofoszfát értékelése végezhető el biztonsággal a rendelkezésre álló mérési adatok minősége miatt. A nitrogénformák közül a nitrát mutatja a legjobb vízminőséget. A Lónyai-főcsatorna és az Eger patak kivételével átlagosan jó vízminőséget tapasztalhatunk minden vizsgált szelvényben. A vizsgált tiszai szelvényekben átlagosan -4,3% a 90%-os percentilis $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentrációk lineáris trendje, mely jelentős vízminőség-javulásra utal, mely a Tisza felső és középső szakaszán kiemelkedő mértékű. A határközeli szelvényekben a Tiszán bekövetkezett vízminőség-javuláshoz hasonló trend figyelhető meg, ugyanakkor a hazai vízgyűjtővel rendelkező vízfolyásoknál határozott koncentrációemelkedés tapasztalható. A $\text{PO}_4\text{-P}$ esetében a trendszámítások eredményei alapján elmondható, hogy a határközeli szelvényekben -4,8%/év, a hazai vízgyűjtővel rendelkező településeken -7,1%/év a tiszai szelvényekben pedig -2,3%/év, mely erőteljesen javuló vízminőséget tükröz. Megjegyzendő, hogy a Tisza esetében főleg a Kiskörei-tározó alatt erőteljes a pozitív vízminőségi változás.

Mikroszennyezők

A mikroszennyezők csoportjába tartozó komponensek közül, mint azt már említettük, csak az *anionaktív detergens* értékeléséhez áll rendelkezésre megfelelő minőségű adatsor. Az összes mérési hely együttes értékeléséből látható, hogy lineáris trendek nagyon változatosak, a mintavételi helyek közel felében pozitív, míg a másik hányadban negatív a meredekség. Szignifikáns vízminőség-javulás a Tisza felső szakaszán, továbbá a Ronyva, a Szamos, a Kraszna, az Eger patak és a Kösely esetében figyelhető meg, jelentős vízminőségromlás a Tisza Kisköre alatti és tiszauji szelvényében volt tapasztalható.

A pH-mérések alapján számított trendek meglepő eredményt mutatnak, az általános savasodási tendencia ellenére kismértékben ugyan, de nő a pH, így eltolódik a lúgosabb kémhatás felé. Ez ugyan még nem jelent változást a vízminőségi osztályba sorolásban (pH tekintetében a szelvények I.–II. vízminőségi osztályba sorolhatók), de az ilyen mértékű, hosszú távú változás okainak feltárása szükséges. Megjegyzendő, hogy az összes vizsgált állomás hasonló trendeket mutat.

A *fajlagos elektromos vezetőképességi* értékek a Tisza szinte mindegyik mintavételi helyén kis mértékű pozitív trendet jeleznek, de a 90%-os percentilis értékek alapján jó vízminőség jellemző. A határközeli szelvényekben mért II. vízminőségi osztályú vezetőképességi értékek kis mértékben csökkentek a vizsgált időszak alatt.

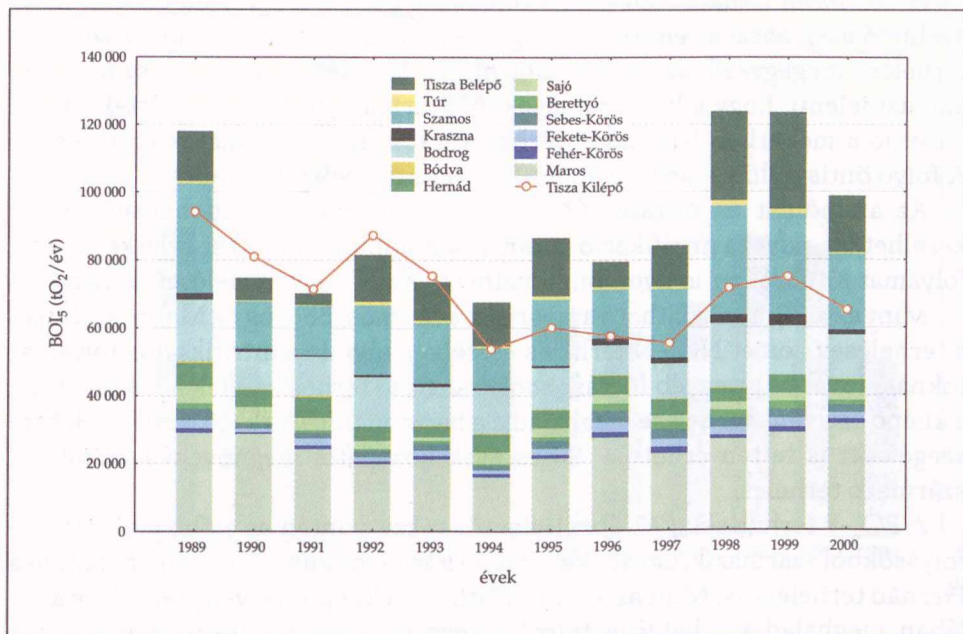
Anyagmérlegek

Egy vízfolyás, illetve vízfolyáshálózat vízminőségi állapotát azonban nem lehet teljes mértékben meghatározni a mért koncentrációk alapján, mivel az a vízhozam, illetve hígítás függvényében változhat. Ezért a pontosabb elemzés érdekében célszerű a terheléseket (vízhozam és koncentráció szorzata) vizsgálni. Meg kell azonban jegyezni, hogy az egyszerű anyagmérleg-számítási módszereket több hibaforrás is terheli, így ezeket csak durva közelítésnek lehet elfogadni. A 72–76. ábrák szemléltetik a Tisza mellékfolyóinak határszelvényein befolyó és a Tisza kilépő szelvényében az éves kilépő terhelés összegét.

Az ábrán látható, hogy a terhelések jelentős részét az itt nem ábrázolt pontszerű szennyezőforrások mellett a Szamos, a Maros, valamint a Bodrog adja. A kilencvenes évek első felében kisebbek voltak a határon túlról érkező terhelések, ugyanakkor a pontszerű források terhelése miatt az öntisztuló kapacitás ellenére sem csökkent a kilépő szelvény terhelése az összes terhelés értéke alá. A kilencvenes évek második felétől nőtt a határon túlról érkező terhelések nagysága, ugyanakkor csökkent a kilépő szelvény terhelése, ami arra utalhat, hogy csökkent hazánkban belül a pontszerű (és nem pontszerű) szennyezőforrások által a felszíni vizekbe juttatott terhelés mértéke és talán javult a folyó asszimilációs kapacitása is. Megfigyelhető azonban, hogy napjainkban meglepően megemelkedett a belépő terhelés, ami elég rossz, figyelemztető jel. Ezzel szemben a kilépő szelvényre számított terhelés csupán kétharmada az összes vízfolyások által adott (külföldről származó) terhelésnek,

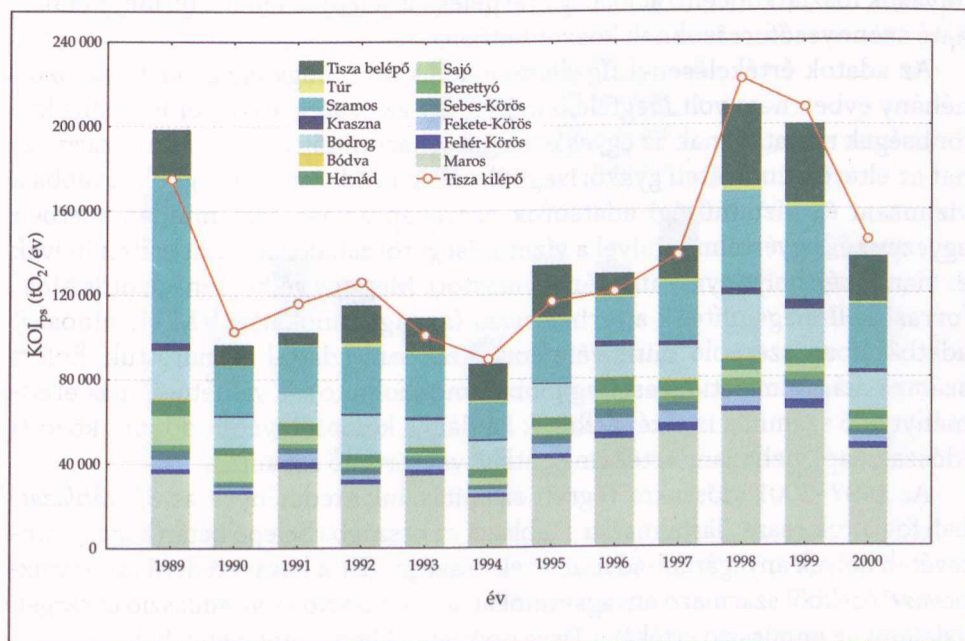
73. ábra

BOI₅ terhelések anyagmérlege a hazai Tisza-vízgyűjtőn 1989–2000 között



74. ábra

KOI_{ps} terhelések anyagmérlege a hazai Tisza-vízgyűjtőn 1989–2000 között



tehát Magyarország „javít” a víz minőségén. Ezt nagyon jól érzékeltetik a tiszai szelvények BOI_5 koncentráció-idősorai is (69. ábra).

A 74. ábrán látható KOI_{ps} tekintetében a BOI_5 -hez hasonló tendencia figyelhető meg, azzal az eltéréssel, hogy ennél a komponensnél kilépő szelvény terhelése megegyezik az összes határon túlról érkező terhelések összegével, ami azt jelenti, hogy a hazai forrásokból származó terhelések mértéke közel hasonló a mederben lejátszódó terhelést csökkentő folyamatok mértékével. A folyó öntisztuló kapacitása éppen kiegyenlíti a belépő terhelést.

Az ammóniát és nitrátot (75. ábra) összetartozó komponensekként is kezelhetjük, mivel a nitrifikáció során az ammóniumból nitrát keletkezik, ez a folyamat az ábrákon is nyomon követhető. Az NH_4 -N terhelések ábrázolása

Mint az a 32. ábrán látható a javarészt a Szamos, Bodrog és Maros szállítják a terhelések zömét NO_3 -N terhelés esetében, ahol is a nitrifikációs folyamatoknak, továbbá az egyéb forrásokból származó terheléseknek köszönhetően a kilépő szelvény terhelése meghaladja a határon túlról érkező terhelések összegét. Itt is tetten érhető a '90-es évek közepétől megnövekvő külföldről származó terhelés.

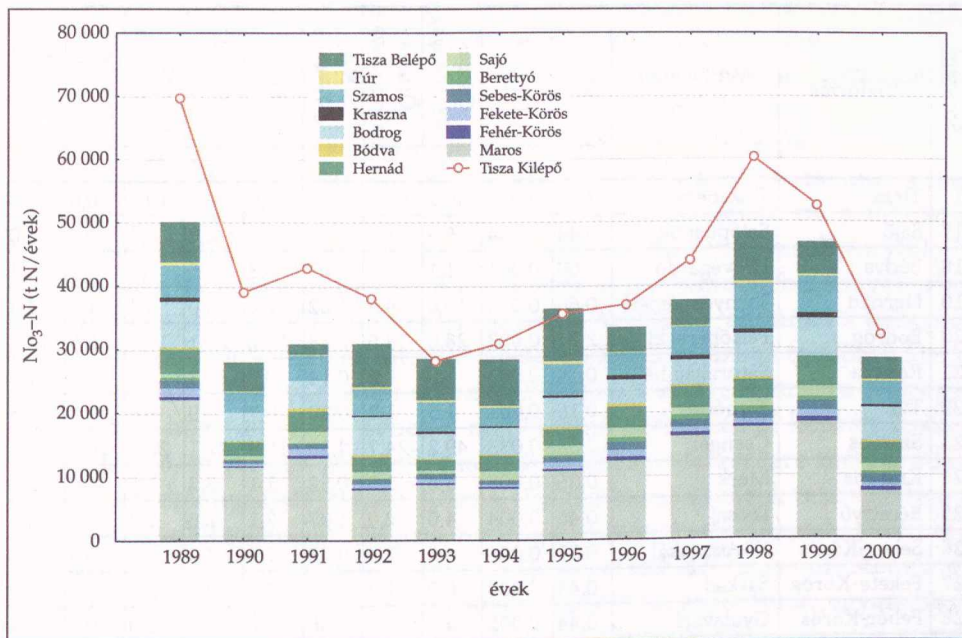
A PO_4 -P terhelések (76. ábra) jelentős része szintén az előbb említett vízfolyásokból származik, ugyanakkor ennél a komponensnél már meghatározó a Hernád terhelése is. Mint az az ábrán látható, a kilépő szelvény terhelése általában meghaladta a határon túlról érkező terhelés mértékét, ami jelentős magyarországi terhelésre utal (ezt alátámasztja a 90%-os percentilis értékek elemzése is, amely szerint a magyarországi vízgyűjtővel rendelkező mellékvízfolyások foszfátkoncentrációja, így terhelése is jelentős lehet a területen található szennyezőforrásoknak köszönhetően).

Az adatok értékelésénél figyelembe kell venni, hogy egyes vízfolyásokon néhány évben nem volt megfelelő mérés, így az összegzések során hamis különbségek mutatkoznak az egyes évek összehasonlítása során. Hiba származhat az eltérő mintavételi gyakoriságból adódó rendszertelenségből, továbbá a vízhozam és vízminőségi adatsorok összekapcsolása sem minden esetben egyszerű és egyértelmű (mivel a vízminőségi törzshálózati mintavételi helyek és vízmércék helye gyakran eltér egymástól). Még egy vélhetően jelentős hibaforrást kell megemlíteni: a terheléseket (anyagáramokat) a VM vízminőségi adatbázisban szereplő mintavételkori vízhozam adattal számítottuk, holott számos más (elméletileg esetleg jobban indokolható) és vélhetően más eredményt adó számítás is elképzelhető: Például a két mintavétel-időpont közötti időszak napi vízhozam-értékeinek átlagával történő számítás.

Az 1997–2001 időszakra végzett számításaink eredményeit az 35. táblázatban foglaltuk össze. Tartalmazza a táblázat az országba belépő határ(közei) mintavételi helyek anyagáram-adatait, ezek összegét (Σ), a hazai eredetű szennyvíz-bevezetésekből származó anyagáramokat, az immisszió és az emisszió összegét, valamint az immisszió értékét a Tisza országból kilépő mintavételi helyén.

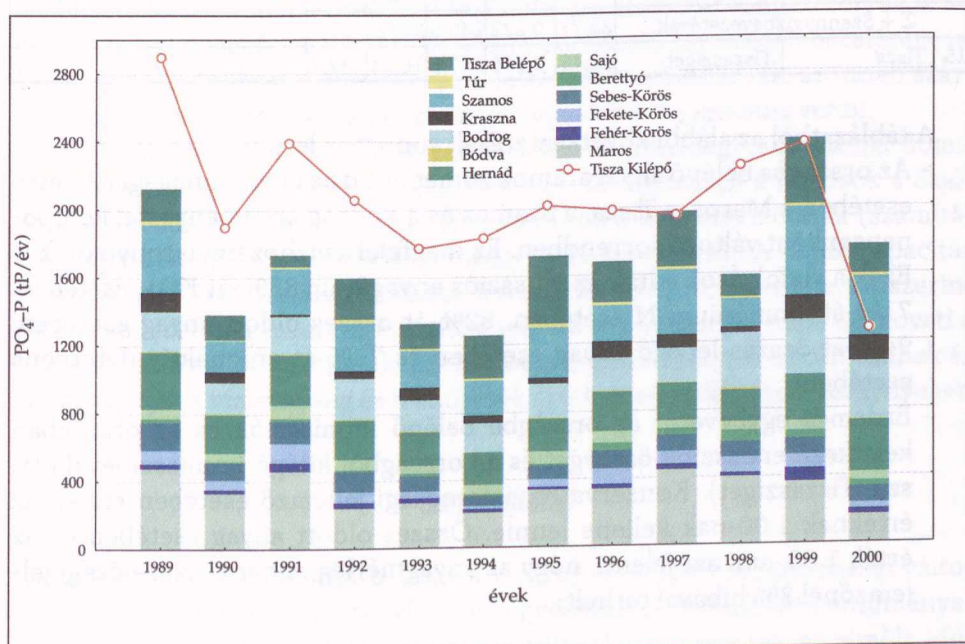
75. ábra

NO₃-N terhelések anyagmérlege a hazai Tisza-vízgyűjtőn 1989–2000 között



76. ábra

PO₄-P terhelések anyagmérlege a hazai Tisza-vízgyűjtőn 1989–2000 között



Anyagmérlegek az 1997–2001 átlagadatok alapján

Sorszám	Vízfolyás	Mintavételi helyek	KOI _d	NH ₄ -N	Összes oldott anyag	Összes lebegő anyag	ANA detergens	KOI _d	NH ₄ -N	Összes oldott anyag	Összes lebegő anyag	ANA detergens
			kg/s					%				
1	Tisza	Tiszabecs	4,75	0,020	46,2	98,9	4,40	21,9	13,1	19,2	40,0	18,5
17	Sajó	Sajópüspöki	0,44	0,004	5,9	1,8	0,47	2,0	2,7	2,4	0,7	2,0
18	Bódva	Hídvégardó	0,06	0,001	1,1	0,5	0,07	0,3	0,5	0,5	0,2	0,3
19	Hernád	Tornyosnémeti	0,60	0,015	10,6	4,7	1,02	2,8	10,0	4,4	1,9	4,3
20	Bodrog	Felsőberecki	2,21	0,033	28,0	13,6	2,88	10,2	22,1	11,6	5,5	12,1
21	Ronyva	Sátoraljaújhely	0,15	0,003	1,0	0,2	0,14	0,7	2,3	0,4	0,1	0,6
22	Túr	Kishódos	0,15	0,001	1,5	1,2	0,20	0,7	0,9	0,6	0,5	0,8
23	Szamos	Csenger	3,33	0,033	49,2	24,7	4,16	15,4	22,1	20,4	10,0	17,5
24	Kraszna	Mérk	0,25	0,005	3,8	1,0	0,52	1,1	3,2	1,6	0,4	2,2
25	Berettyó	Pocsaj	0,45	0,004	4,0	2,0	1,07	2,1	2,6	1,7	0,8	4,5
26	Sebes-Körös	Körösszakál	0,31	0,006	4,5	1,2	0,78	1,4	4,2	1,9	0,5	3,3
27	Fekete-Körös	Sarkad	0,44	0,003	6,0	1,9	0,76	2,1	2,0	2,5	0,8	3,2
28	Fehér-Körös	Gyulavári	0,44	0,002	4,7	1,2	0,56	2,0	1,1	1,9	0,5	2,4
29	Maros	Makó	8,06	0,020	74,1	94,3	6,71	37,2	13,2	30,8	38,2	28,3
Σ			21,64	0,149	240,5	247,1	23,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Szennyvízbevezetések			1,12	0,073	9,1	0,5	0,00					
Σ + Szennyvízbevezetések			22,77	0,222	249,6	247,5	23,7					
15	Tisza	Tiszasziget	22,41	0,105	257,3	162,4	32,7					

A táblázatból az alábbi következtetések vonhatók le:

- Az országba belépő anyagáramok zömét mind az öt vízminőségi jellemző esetében a Maros, a Tisza, a Szamos és a Bodrog eredményezte, komponensenként változó sorrendben. Ez megfelel a vízhozamviszonyoknak is. Ezek a vízfolyások adták az imissziós anyagáram 85%-át KOI_d esetében, 71%-át ammónium-N esetében, 82%-át összes oldott anyag esetében, 94%-át összes lebegő anyag esetében és 76%-át anionaktív detergens esetében;
- Érdemes egybevetni az országba belépő imissziók és az országban keletkező emissziók összegét és az országból kilépő imisszióéval (Tisza, Tiszasziget). Konzervatív vízminőségi jellemző esetében ennek az értéknek 1,00-nak kellene lennie. Összes oldott anyag esetében ez az érték 1,03, ami azt jelenti, hogy az anyagmérleg ennél a vízminőségi jellemzőnél 3% hibával terhelt;

- Ugyanezt a 3%-os hibát a nem konzervatív KOI_d esetére is feltételezve azt kapjuk, hogy az országban keletkezett szennyvizek 89%-a a határszelvényig lebomlott. Ennek az információnak a hitelessége attól függ, hogy mennyi a szennyvizek „átlagos” levonulási ideje a Tiszán, mennyi a KOI_d -re vonatkozó lebomlási tényező 1/nap-ban és mennyi az anyagmérleg tényleges hibája KOI_d esetében.

Mindezek ellenére az alábbi alapvető megállapítások tehetők:

- A vizsgált komponensek közül könnyen kiválaszthatók azok, ahol a merderben lejátszódó folyamatokból adódó különbségeken túl pontszerű, illetve nem-pontszerű szennyezőforrások hatása érvényesül. Az NH_4 -N és NO_3 -N ábrák összevetéséből látszik, hogy minden bizonnyal jelen vannak pontszerű kommunális szennyezőforrások, ahonnan a bekerülő ammónium lebomlik és nitrifikáció során növeli a vízben található nitrát mennyiségét. Ugyanez vonatkozik a foszforformákra is, azzal a megjegyzéssel, hogy a néhány évben a mellékvizek terheléséből képzett összeg hiányos, mivel egy-két vízfolyáson nem állt rendelkezésre mérési adat.
- Az eredményekből látható, hogy a vizsgált komponensek tekintetében a legnagyobb terhelést a Maros, Bodrog és Szamos adja. Összehasonlítva a koncentrációk alakulását bemutató ábrákkal látható, hogy mindkét vízfolyáson viszonylag alacsony koncentrációkat tapasztaltunk, ugyanakkor vízhozamuk, vízjárásuk miatt az összes terhelésben már jelentős szerepük van. Ez a megállapítás is bizonyítja a terhelésszámítás fontosságát.

Az egyszerű anyagmérleg-számítások eredményeinek kiértékelésénél feltétlenül szükség volna a területen található pontszerű szennyezőforrások lehető legrészletesebb ismeretére és a nem pontszerű terhelések becslésére is. Ezek azonban többnyire mind térben, mind időben hiányosak, az innen származó adatokat ezért csak tájékoztató jelleggel lehet figyelembe venni.

A Tiszát közvetlenül érő hatások minden vízminőségi jellemzőnél dominánsak, a legnagyobb szennyezőforrások ezen túlmenően a Körösök a Sajó-Bódva-Hernád és Zagyva-Tarna részvízgyűjtőire koncentrálnak (számítások alapján a teljes KOI_d terhelés mintegy 90%-át teszik ki). A hígító kapacitás vizsgálatából (36. táblázat) további következtetések vonhatók le, miszerint Kösely és Hortobágy-Berettyó hígító kapacitása a legkisebb, majd ezt követi a Lónyai-csatorna és Eger-patak. Ezek a megállapítások szinkronban vannak és alátámasztják a vízminőség és trendjének értékelésénél kapott eredményeket.

Összefoglalás

Összefoglalva megállapítható, hogy a vízgyűjtőn végbement gazdasági változások és a vélhető (remélhető) vízminőségvédelmi beavatkozások eredményeként a vízminőség tekintetében pozitív változások történtek az elmúlt idő-

Hígítási arányok a tiszai vízfolyásokon

Mintavételi helyek típusa	Sorszám	Vízfolyás	q (1999)	Q (1997- 2001)	n = Q/q
			m ³ /s		
Határközeli mintavétli helyek + Tisza	17	Sajó	2,06	20,2	10
	18	Bódva	0,00	3,41	737
	19	Hernád	0,01	30,2	3499
	20	Bodrog	0,03	134	5270
	21	Ronyva	0,03	2,25	73
	22	Túr	0,03	11,8	412
	23	Szamos	0,01	137	19141
	24	Kraszna	0,05	9,54	206
	25	Berettyó	0,05	14,6	307
	26	Sebes-Körös	0,01	28,9	3014
	27	Fekete-Körös	0,02	35,0	2102
	28	Fehér-Körös	0,00	25,1	-
	29	Maros	0,16	210	1343
	15	Tisza	2,21	1035	468
Hazai vízgyűjtővel rendelkező mintavételi helyek	30	Lónyai csatorna	0,25	3,16	13
	31	Eger patak	0,15	2,60	17
	32	Zagyva	0,34	5,76	17
	33	Tarna	0,37	5,74	16
	34	Kösely	0,75	5,27	7
	35	Hortobágy főcsatorna	0,09	1,77	19
	36	Hortobágy-Berettyó	0,38	11,7	31
Egyéb	37	Kettős-Körös (közvetlen)*	0,36	60,1	168
	38	Hármas-Körös (közvetlen)	0,15	184	1214

szakban, bár a legutóbbi időszakban némi romlás jelei figyelhetők meg. Megállapítható az is, hogy több paraméter tekintetében javul a víz minősége és csökkennek a szennyezőanyag-áramok az országon belül, azaz Magyarország javít a beérkező terhelések által dominált vízminőségen. Ez alól kivétel az ortofoszfát, amire nézve a kilépő terhelések rendre magasabbak voltak a belépő terhelésnél. Ez a helyzet is javulni látszik azonban az utóbbi két évben. Amint az eredményekből látható, a legtöbb, jórészt kis hígító kapacitással rendelkező, továbbá koncentráltan pontszerű szennyezőforrásokkal terhelt (teljesen hazai vízgyűjtőjű) vízfolyás vízminősége nem megfelelő, bár összes anyagáram tekintetében ezek a terhelések nem jelentősek. A Tisza öntisztulásának, hígító kapacitásának és talán a hazai szennyezések csökkenésének kö-

szönhető a Tiszán kialakuló jó-tűrhető (azaz átlagosan csak kissé rosszabb mint II. osztályú) vízminőség.

Jegyzetek

- 1 www.tiszariver.com
- 2 Jolánkai és Bíró 2001.
- 3 www.vituki.hu
- 4 Jolánkai és Bíró, 2000a és 2000b
- 5 Somlyódy-Hock 2000.

Irodalom

- Jolánkai G., Bíró I.: Földrajzi információs rendszeren alapuló integrált vízgyűjtő modell. *Vízügyi Közlemények* 2000a/LXXXI évfolyam, 1999 évi 3. füzet. 453–485.
- Jolánkai G., Bíró I.: *GIS based integrated water management decision support model for the Zala River Basin, Hungary*. Proc. Int. Conf „Water Resources Management in the 21-st Century, with Particular Reference to Europe”. Budapest, 2000. június 1–3, pp. 113–120.
- Jolánkai G., Bíró I.: Gondolatok a vízminőségi célállapot és terhelhetőség meghatározásáról. *Vízügyi Közlemények* 2001/LXXXXIII évfolyam, 2001 év 2. füzet, 317–336.
- Somlyódy-Hock: Vízminőség és szabályozása. In: *Magyarország az ezredfordulón: A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései*. Budapest, 2000. pp. 143–179.

A Tisza mente természetvédelme és környezetvédelme

Természet- és tájvédelem

Bevezetés: a Tisza mente természeti rendszerei és változásai

Hazánk meghatározó természetföldrajzi adottsága, sajátos vízrajzi arculata a medencejellegnek köszönhető. Felszíni vizeink 95%-a határon túlról érkezik, s ezek valamikor – a vízrendezések előtt – a medence alján kialakult széles ártereken kiterülve hatalmas mocsarakat tápláltak. A vízrajzi adottságok alapvetően meghatározzák tájaink környezeti érzékenységét, felszíni és felszín alatti vizeink sérülékenységét. Egyéb alföldi jellegű tájainkhoz hasonlóan a Tisza mente fejlődésében is a víz volt az elsődleges tájalakító tényező. Az elmúlt ezer év változásait a Tisza mente jelenlegi képének meghatározásában a másik nagy tájformáló erő, az emberi tevékenység határozta meg. A folyóvölgyek gazdag állat- és növényvilága táplálékként, fűtő- és építőanyagként hasznosítható forrást jelentett, míg a folyó menti területek talajtani, vízjárási stb. adottságai a mezőgazdasági termelés kialakulását és elterjedését tették lehetővé. A történelmi idők kezdete óta a folyó menti természeti rendszerek hasznosítása többnyire a szelíd használaton alapult (pl. foggazdálkodás), mely nem károsította a Tisza mente ökológiai rendszereit.

A Tisza mente természetes vízrendszere az emberi beavatkozások hatására jelentősen átalakult, mely így az általa meghatározott tájszerkezetben is hatalmas változásokat okozott. A folyó szabályozásával a valaha nyílt ártérként funkcionáló területek elszakadtak a folyótól, ami több mint másfél millió hektár területű, víz által szabályozott ökológiai rendszer átalakulásához vezetett. Az árvédelmi töltések megépítése megakadályozta a csapadékvizek természetes bejutását a folyóba, ami a terület belvizesedését eredményezte. A probléma megoldására kiépített belvízelvezető rendszer azonban még azokról az alacsonyan fekvő területekről is levezette a vizet, melyeken az áradásoktól függetlenül jelentős vízborítás uralkodott. A folyó mesterséges korlátok közé szorítása ezen kívül a Tisza teresztris kapcsolatainak (felsőbb és alsóbb szakaszok longitudinális, illetve a bal és jobb parti, akár igen távoli

területek transzverzális összekapcsoltságának) megszűnésével járt. Mindezek miatt a Tisza valaha legendásan gazdag élővilágának, termékeny és kiválóan hasznosítható és hasznosított nyílt árterének – a nagyléptékű szabályozási munkák miatt – mára már csak nyomai maradtak fenn.

A legszembetűnőbb változás az ártéri rétek arányának és sokszínűségének csökkenése volt. A változatos kifejlődésű, fajgazdag ártéri réteken az áradások nyomán dús legelők, kaszálók sarjadnak, melyet eleink hamar felismertek, és legeltető állattartással, valamint ma ártéri gazdálkodásként (fokgazdálkodásként) összefoglalt, szerteágazó tevékenységgel hasznosítottak. Az ártéri rétek fogatkozásának első ütemében az árvizek elmaradása a hullámtéri vegetáció átstrukturálódásához, a rétek elmocsarasodásához illetve beerdősüléséhez vezetett. Az elmocsarasodást, illetve beerdősülést a legeltetés képes volt megakadályozni vagy visszafordítani. A második ütemben azonban a nagyüzemi istállózó állattartás elterjedésével az ártéri legeltetés is visszaesett, és az ártéri legelők többnyire tájidegen fajokkal történő beerdősítése kezdődött el, mely később jelentősen felgyorsult. A helyzetet tovább rontotta a tény, hogy az erdősítéssel párhuzamosan számos helyen a tájidegen, behurcolt agresszív, invazív fák és cserjék terjedése spontán módon is bekövetkezett.

Az ártéri legelők visszaszorulásával egy időben megszűntek a Tiszától távolabb elhelyezkedő szemisztatikus vízforgalmú mocsarak, melyek vízutánpótlásukat az áradások révén a síkságon szétfutó-szétterülő Tiszából kapták. A valamikori tiszai nyílt árteret azonban az jellemezte, hogy a legnagyobb árvizek idején is voltak szárazon álló, víztől alig átitatott vagy sekély vízborítású élőhelyrészek. Természetesen a különböző vízborítottságú területek eloszlása, a különböző vízmélységű területek aránya minden árvíz alkalmával más és más volt, azaz a Tisza minden alkalommal „máshogy futotta meg” az ártereket. A vízborítás mélységének és időtartamának eloszlása szerint helyezkedtek el a vegetációs zónák, illetve a vízborítást jól, kevésbé illetve alig tűrő élőhelymozaikok, társulások alakultak ki. A rendszeresen mély vízzel elárasztott területeken például mocsarak, az időszakosan árasztott területeken fűz-nyár ligeterdők, míg a magasabb térszíneken tölgy-kőris-szil ligeterdők alakultak ki. A pulzáló árvizek¹ legfőbb tulajdonsága az volt, hogy jelentős mértékben sztochasztikus, de ugyanakkor periodikus hatást gyakoroltak a Tisza mente természeti rendszereire. A folyóvízi áradások által alakított, befolyásolt hierarchikus élőhelymozaik-struktúrák így állandó, hatásában kiszámíthatatlan mozgásban voltak, azaz az élőhelyek sorozata dinamikus heterogenitást mutatott. Ezen természetes zavarási (diszturbancia-) folyamatok nagymértékben magyarázzák azt, hogy a Tisza mente természeti rendszerei hazánk legváltozatosabb, leggazdagabb élővilágával rendelkező területei közé tartoztak. A Tisza mente természeti rendszereire tehát első közelítésben az volt a jellemző, hogy az árasztás-elöntés természetes velejárója, mintegy működési sajátossága volt a területnek.

Az antropogén hatások (főként a folyószabályozások) éppen ezeket a dinamikusan változó, hierarchikus élőhelymozaik-struktúrákat szüntették meg. Az ezzel együtt járó, gazdasági hasznosításra irányuló törekvések (erdők kivágása, mocsarak lecsapolása, szántóföldek arányának jelentős növelése) pedig az eredeti tájszerkezet károsodását, legtöbb helyen teljes eltűnését okozták. A tájhasználati változások a természetes mozaikstruktúrák további fragmentálódásához (feldarabolódásához), degradációjához, a hagyományos használati formák megszűnéséhez vezettek. A természetes erdők kiterjedése a szabályozások előttinek a töredékére esett vissza, a tájidegen fásítások uralkodóvá váltak, a réteket, kaszálókat szántóföldi művelésbe vonták, felgyorsult az urbanizáció, a városok és falvak kiépülése pedig a valamikor vízjárta területeket is érintette.

A folyószabályozások és a globális változások miatt fellépő környezeti hatások első komoly következménye a vízjárás szélsőségesseé válása volt. Az árvízveszély társadalmi krízist okozva, tartósan veszélyezteti az élet és vagyonbiztonságot, ami érthetően aggodalommal tölti el a Tisza mentén élő embereket. A hirtelen érkező, nagy tömegű árvizek azonban az élővilágra is károsak lehetnek, hiszen a jelenlegi, szűkre szabott ártéren (hullámtéren) a hirtelen emelkedő, magas vízszint elpusztítja az élővilág egy részét. A megfelelően széles, ép árterek élővilága kevésbé sérülékeny, mivel rendelkezésére állnak azok a magasabban vagy távolabb fekvő területek (refugiumok), melyekből a gyors újranépesedés könnyen végbemehet.

Általános természetvédelmi problémák és megoldásuk

A mai környezet- és természetvédelem számára a legnagyobb kihívás az antropogén hatások miatt károsodott tájszerkezet helyreállítása, valamint a természet fokozódni látszó szeszélyeinek nagy mértékben kitett, a vízrendezések, s a kedvezőtlen tájhasználati változások miatt egyre igénybe vett természeti erőforrás, a Tisza környezeti problémáinak hosszú távú, fenntartható megoldása. Első teendőként új alapokra kell helyeznünk a vízhez való viszonyunkat: nem a szabályozásnak, hanem a gazdálkodásnak, nem a kármegelőzésnek-elhárításnak, hanem az erőforrás bölcs hasznosításának kell előtérbe kerülnie. Ehhez összehangolt, kölcsönös megértésen alapuló, integrált területi tervezés és önmérsékletet tanúsító szakmai, társadalmi és politikai együttműködés szükséges. Tudatosítani kell, hogy a természet összehangolt rendszer, elemei csak teljes, működőképes rendszerek formájában tarthatók fenn.

A Tisza vízgyűjtője hidrogeológiai-vízgazdálkodási, biogeográfiai-termesztervédelmi és tájökológiai-területfejlesztési szempontból is egységes rendszerként fejlődött évmilliókon át, ezért alapelvnek kell lennie, hogy a Tisza mente élőhelyei összefüggő rendszert, hálózatot alkotnak. Mindez

összezseng azzal, hogy az eddigi szemléletet fel kell váltania egy tartalmilag is új elemeket tartalmazó koncepciónak, mely felhasználja a Vannote és mtsai (1980) által javasolt folyó-kontinuitási koncepciót (*river continuum concept*), illetve a Junk (1996) által felvázolt „pulzáló árvizek” fogalmát (*flood pulse concept*). Ezek lényege, hogy a folyó ökológiai adottságainak megőrzéséhez, a természeti adottságokon alapuló folyógazdálkodás tervezéséhez a vízgyűjtő egységes egésként kell kezelni, s ki kell használni az árvizek természetes biológiai szerepét a biológiai sokféleség (diverzitás) fenntartásában, a nagy produktivitású területek megőrzésében, valamint a fajok longitudinális és transzverzális vándorlásának elősegítésében. Ebből a szempontból különösen fontos, hogy a Tisza mellékfolyóit is bevonjuk a tervezésbe. Mindezen szempontok alapján a vízgyűjtő szintjén jelentkező eseményeket regionális szinten, szükség esetén pedig nemzetközi szinten kell kezelni.

Társadalmi fejlődésünk és európai uniós csatlakozásunk folyamánya is, hogy a környezetvédelmi és természetvédelmi szempontok egyre nagyobb mértékben érvényesülnek a vízgazdálkodás és számos más, a Tisza mente természeti rendszereit érintő ágazat területén. Egyre jelentősebb a felismerés, hogy az ökológiai rendszerek stabilizálódása, helyreállítása égetően szükséges az emberi életminőség emeléséhez, mivel hozzájárul a biológiai sokféleség fenntartásához, az evolúciós változásra is képes ökológiai rendszerek fennmaradásához. Minderre egy összehangolt, nagyobb léptékű tiszai tájrendezési és vidékfejlesztési terv keretein belül nyílik lehetőség, melynek alapja a Tisza mente komplex, a fenntartható fejlődés elvein alapuló területfejlesztési stratégiája lehet. E stratégiában alapelveként – az ökológiai szempontok alapján megfogalmazott prioritásokhoz igazodva – az integrált hasznosítást kell megjelölni. Az integrált hasznosítás tervezésében az első lépés az elérendő célállapotok meghatározása az érintett stratégiai ágazatokon belül, majd második lépés a közös célállapot kialakítása az ágazati vélemények integrálásával. Mindezt természetesen a helyi lakosság bevonásával, mindkét lépcső során vélemény-nyilvánítási lehetőség biztosításával szükséges kivitelezni.

A közeljövő – ma még csak az előkészítés fázisában járó – jelentős árvízvédelmi, de ugyanakkor egész tájak szerkezetét meghatározó, nagy változásokat ígérő beavatkozása A *Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése* c. vízügyi koncepciótervben körvonalazott tájatalakítás lehet. Ennek során – több más beavatkozás mellett – szóba került a hullámtér rendezése valamint a fővédvonalakon kívüli árvíztározók létesítése. Mindkét beavatkozás alapvetően érinti a Tisza mentét. A hullámtéri beavatkozások során a természeti rendszereinek rehabilitációját, tudatos ökológiai fejlesztését kell szem előtt tartani. Ennek során sort kell keríteni az őshonos társulások helyes arányának kialakítására, az ártéri mocsárrétek arányának növelésére, a tájidegen invazív fajok visszaszorítására, valamint a természetes zonáció helyreállítására. A hullámtéri szántóföldi művelés annak jelentős kockázata (kemikáliák használata,

vegyszerek bemosódása) miatt nem kívánatos, helyükön az ártéri rétek kialakítása javasolható. A vízgyűjtő szintjén gondként jelentkezik, hogy habár a Tisza hullámtere Magyarországon természeti terület, és így területi védeltséget élvez, a környező országokban semmilyen területi védelem nincs a hullámtéren.

A hullámtereken azonban a vízborítás jellege miatt – mint azt korábban említettük – az eredeti teljes vegetációs skála nem tud fennmaradni, így azok megőrzéséről a mentett oldalon kell gondoskodni. Célszerűnek tartjuk – az árvízvédelem biztonságának javítása, valamint a táj biológiai „átjárhatósága” érdekében, *A Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése* c. tervvel összhangban – a mentett oldalon olyan integrált hasznosítású árvíztározó (vésztározó) rendszerek létrehozását, amely mint időszakos vizes élőhelyek is működnek. Ezek az időszakos, ingadozó vízszintű tározók átvehetik a 19. század ár- és belvíz-mentesítési munkálatai során megszűnt szemisztatikus vízforgalmú mocsarak ökológiai szerepét, menedékhelyekként (refugiumokként) szolgálhatnak vízi és vizes élőhelyekhez kötődő fajoknak, valamint részeivé válhatnak a folyóra mint „zöld folyosóra” épülő ökológiai hálózatnak. Elhelyezésük során figyelembe kell venni a meglévő természeti rendszerek sajátosságait, értékeit és történeti múltjukat (pl. célszerű valamikori vizes élőhelyek helyén létrehozni őket).

A Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése kivitelezése során a biológiai sokféleség megőrzésén túl két fontos ökológiai funkciót, a „zöld folyosó” szerepet és a mentett oldali természeti rendszerekkel fennálló – vagy helyreállítandó – kapcsolatokat kell kiemelni. E kapcsolatok visszaállítása során az ártéri gazdálkodás (fokgazdálkodás) napjaink igényeihez igazított felújítása játszhat jelentős szerepet. Nagyobb gondot kell fordítani a természetes medervándorlások során képződött övzátonyok és a holtmedrek fokozottabb védelmére. Meg kell őrizni a folyóra jellemző természetes mederfejlődési folyamatok sajátosságait, a szakadópartok, zátonyok, palajok kialakulásának lehetőségét. E jellegzetes struktúrák fenntartása, illetve az ezek működéséhez kapcsolódó ökológiai folyamatok biztosítása nélkül a folyó és az ahhoz kapcsolódó térségek biológiai változatossága nem őrizhető meg.

Összességként, bármilyen módon is zajlik majd a Tisza mente természeti rendszereinek védelme és rekonstrukciója, törekedni kell a természetvédelem, a környezetvédelem és a gazdaság egységének megvalósítására. Ebben a tekintetben jó példával szolgálhatnak azok a hagyományos gazdálkodási módok, melyek valamikor jellemzőek voltak a Tisza mentén. A fokgazdálkodásnak például jelentős gazdasági szerepe lehet a Tisza természetes halasításában (halbölcsők), a hullámtéri erdőgazdálkodásban, a fűz vessző-termelésben, a gyékény- és nádtermelésben, az ártéri gyümölcsösök (ősi fajták) biotermék-előállításában stb. A lényeg azon áll, hogy a természeti rendszerek helyreállítását a helyi lakosság érdekeinek figyelembe vételével, s így hosszabb távon is fenntartható módon végezzük.

A Tisza mente mai természetvédelmi helyzetére jellemző, hogy a még mindig megmaradt jelentős természeti értéket képviselő területek túlnyomó része valamilyen szintű természetvédelmi oltalom alatt áll. Egyrészt, a fővonalak közötti hullámtér teljes egészében természeti terület, s így jogszabályi védettséget élvez. Másrészt, a természetvédelmi oltalom alatt álló területek (37. táblázat) jelentős részben felölelik a Tisza mente legfontosabb természeti értékeit.

A területi védettséggel kapcsolatban azonban még számos teendőnk van. Elsőként, szükséges a védett területek státuszának megerősítése és a védett területek kibővítése. A védett területek bővítése különösen olyan helyeken indokolt, ahol a természeti értékek hatékony védelme korlátozott gazdasági

37. táblázat

**Országos jelentőségű védett területek a Tisza mentén
és legfontosabb természeti értékeik a nemzeti parki igazgatóságok
működési területei szerint**

Nemzeti parki igazgatóság, illetve védett terület (egység)	Főbb természeti értékek (élőhelyek és fajok)
Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság működési területe	
Szatmár-Beregi TK	ártéri ligeterdők, holtmedrek, erdei és vízi növények, vízi gerinctelenek, endemikus és ritka halak, madarak
Tiszatelek-Tiszaberceli Ártér TT	ártéri ligeterdők, tiszavirág, partifecske
Tiszadobi Ártér TT	holtmedrek, úszóláp, ártéri ligeterdők
Tiszadorogmai Göbe-erdő TT	ártéri ligeterdő, kaszáló
HNP (Tisza-tó)	holtmedrek, vízi gerinctelenek, vízimadarak
Közép-Tiszai TK	ártéri ligeterdők, ártéri legelők növényei, tiszavirág, vízi és ragadozó madarak
Bükki Nemzeti Park Igazgatóság működési területe	
Tokaj-Bodrozug TK	ártéri ligeterdők, kaszálók, ártéri legelők és kaszálók növényei, madarak
Kesznyéteni TK	ártéri legelők, védett ártéri és pusztai növények, ligeterdők
Borsodi Mezőségi TK	füves puszták, túzok, szalakóta
Hevesi Füves Puszták TK	füves puszták, túzok, szalakóta
Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság működési területe	
KNP (Lakitelek-Tőserdő)	holtmedrek, ártéri és vízi növényzet, vízimadarak
KNP (Alpári-rét)	holtmeder, égerlápok, ártéri legelők
Mártélyi TK	ártéri és vízi növényzet, madarak

Rövidítések: HNP – Hortobágyi Nemzeti Park, KNP – Kiskunsági Nemzeti Park,

TK – Tájvédelmi Körzet, TT – Természetvédelmi Terület.

hasznosítást lehetővé tevő, de alapvetően természetvédelmi rendeltetésű zónák (pufferzónák) létrehozását követeli meg. Másodszor, szükséges a jogszabályi védettség betartatásának fokozása, mely a természetvédelem helyi működőképességének, hatékonyságának növelését jelenti. Legvégül pedig, biztosítani kell azt, hogy a jelenlegi és a védelemre tervezett területek állapotát mindenképpen fenntartsuk, illetve, ha lehet, javítsuk a közeljövőben várható újabb nagymértékű tájalkítási beavatkozások során.

Környezetvédelem

A környezetvédelmi kérdések kezelését is – a fentiekben elmondottak alapján – a folyó-kontinuitás elvére kell alapozni, azaz teljes vízgyűjtőben kell gondolkodni. A közvéleményt, de a Tiszát is sokkoló nagy szennyeződések (cianid, nehézfémek) után sürgető feladattá vált a potenciális veszélyforrások feltérképezése, valamint a folyó ökológiai állapotának (alapállapot) felmérése és a folyamatos nyomon követésnek (monitorozás) – a Víz Keretirányelv elvárásainak is megfelelő – megindítása. Ennek a munkának az eddig összegyűlt ökológiai, környezet- és természetvédelmi, valamint vízügyi ismeretekre kell épülni.

A következő részben a Tisza mente lakosságára és még megmaradt természeti rendszereire leselkedő veszélyforrásokat vesszük sorra. Tárgyalásunkban a környezetvédelem hagyományos beosztását (hulladékgazdálkodás, vízminőség-védelem, levegővédelem, talajvédelem, zaj- és sugárzásvédelem, tájvédelem) követjük.

Hulladékgazdálkodás

1. Kommunális hulladékok

A kommunális hulladékok keletkezése elsősorban a Tisza mente városai-ban (pl.: Tiszaújváros, Szolnok, Törökszentmiklós, Szeged stb.) és a sűrűn lakott vidékeken (pl. Közép-Tisza-vidék, Csongrád megye) jelentős. A szelektív hulladékgyűjtés éppen csak beindult a nagyobb városokban, azonban az nem terjed ki a lakosság teljes körére, míg más helyeken a lakosság egy része nem tartja be a szelektív hulladékgyűjtés szabályait. A hulladékfeldolgozó illetve újrahasznosító háttéripar szinte teljesen hiányzik a Tisza mentéről. Jórészt a kommunális hulladékkal telítődtek meg a térségben nagy számban található illegális hulladéklerakók is, ezek felszámolása feltétlenül szükséges. A kommunális hulladékok problematikájának hosszabb távú megoldásában központi jelentőségűek a több érintett település bevonásával megvalósított, regionális, az Európai Unió műszaki előírásainak megfelelő szintű hulladék-

lerakók, melyek létesítése két helyen (ld. Hajdú-Bihar megye és Jász-Nagykun-Szolnok megye ISPA-programjai) is legalább részben érintik a Tisza mentét.

2. Ipari hulladékok

Az ipari hulladékok mennyisége a Tisza mentén az ipari termelésnek az országos tendenciákkal párhuzamos csökkenése miatt az 1990-es években enyhén csökkent, ám helyenként így is jelentős terhelést okoz. Elsősorban Tiszaújváros környéke említendő, ahol a vegyipari hulladékok jelentenek kockázatot, és Tiszaújváros közelében éri el a Tisza mentét a Borsodi iparvidékről általában a Sajón át, de a gyakran jelentős, Kassa felől a Hernádon érkező ipari szennyezés is. Szolnokon a kommunális szennyvíz mellett a papírgyár, a cukorgyár és a vegyi művek a Szolnok alatti romló vízminőség első számú okozója. Martfű környékén a sörgyár és a növényolajgyár hulladékai, a bőr- és cipőgyár veszélyes hulladékai okoznak gondot, míg Szegednél több kisebb ipari üzem szennyezése jelenik meg veszélyforrásként.

3. Mezőgazdasági hulladékok

A mezőgazdasági hulladékokból származó terhelés helyenként jelentős. A Tisza mente növénytermesztésre használt területein a műtrágya- és növényvédőszer-használat a kilencvenes években jelentősen visszaesett, ezért ma már nem a kemikáliák jelentik az elsődleges mezőgazdasági szennyezést, hanem az állattartó telepekről származó hígtrágya. E nitrogénben és szerves anyagban gazdag szennyező legnagyobb része nem közvetlenül jut a Tiszába, hanem a sűrűn lakott területeken átfolyó mellékfolyókon át (pl. Kraszna, Lónyai-főcsatorna, Zagyva).

4. Veszélyes hulladékok

A veszélyes hulladékok szempontjából a közvetlen Tisza mente kevésbé szennyezett. Az egyedüli jelentős veszélyeshulladék-típus az ipari feldolgozásból származó ásványi eredetű veszélyes hulladék. Ennek keletkezése az ipari területeken nagymértékű (Tiszavasvári, Szolnok, Törökszentmiklós, Martfű, Csongrád, Szeged). A közvetlen Tisza mentén a más típusú veszélyes hulladékok által okozott terhelés és kockázat nem jelentős. A veszélyes hulladékok összes mennyisége azonban az országos átlagot jelentősen meghaladja a Tiszától keletre húzódó nagy sávban a folyótól mintegy 50–100 km-re (Nyíregyháza–Tiszavasvári vonalától a Hajdúságon, Hortobágyon át a Nagykunságig, valamint Békés és Csongrád egyes területeiig, Hódmezővásárhely és Szeged környékéig). Ennek elsődleges oka az ezen a területeken jelentős növényi illetve állati eredetű szerves hulladék nagy mennyisége, valamint kisebb részben, helyenként a fémek és fémhulladékok keletkezése. A Tisza mentén speciális veszélyként jelentkeznek a működő és a felhagyott bányák meddőhányói, melyek gyakran hatalmas mennyiségű veszélyes hulladékot tartalmaznak.

1. Felszíni vizek

A Tisza mente felszíni vizeinek általános állapota jó, de jellegzetes helyi és időbeli mintázattal jelentkező szennyezések jelentkeznek. A Tisza mentén különösen igaz az, hogy minden felszíni víz az országhatáron kívülről származik. A vízminőség védelme ezért csak a vízgyűjtő egészének bevonásával végzett, egységes, nemzetközi szinten zajló tervezéssel, majd szoros nemzetközi együttműködés során történő megvalósításával biztosítható. A hazánkban jelenleg zajló, a vízügyi hatóság által koordinált árvízvédelmi és ökológiai-termesztetvédelmi célú tervezés (a Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése) lehetőséget ad a Tisza mente valamikori természeti képének rehabilitációjára, helyenkénti visszaállítására, valamint a Tisza mente számos felszíni vízéhez kapcsolódó környezet- és természetvédelmi problémák rendezésére.

2. A Tisza

A Tisza kémiai vízminősége általában jó, míg a szennyezési hullámok idején aggasztó. A folyó legjobb vízminőséget és legváltozatosabb élővilágot mutató szakasza a Felső-Tiszának a Szamos torkolatáig (Vásárosnamény) tartó része. A folyó vízminősége I. osztályú a Tiszabecs–Tokaj közötti és a Közép-Tisza Tiszató alatti részén, valamint a Körös-torkolattól Szegedig. Elsődlegesen a kommunális, másodlagosan az ipari szennyvíz-kibocsátás révén a nagyvárosok (Szolnok, Szeged) a legfontosabb szennyezők, míg az ipari szennyezés szempontjából jelentős a Borsodi iparvidékről a Sajón át, illetve kisebb mértékben a Kassa felől a Hernádon keresztül érkező szennyezés is. A folyó ezen szennyezések befogadását követően III. illetve II. osztályúvá válik. A kommunális eredetű szennyvíz-beengedésre utaló coliformszennyezés a legjelentősebb Tiszaújváros után, ill. kisebb mértékben Szolnok, Szeged és Tokaj után. Habár mind a kommunális, mind az ipari szennyvíztisztítók kapacitása jelentősen bővült az utóbbi időkben, a szennyvíznek még mindig jelentős része tisztítatlanul vagy nem elegendő mértékben tisztítva ömlik a Tiszába. A vízminőség szempontjából kisebb mértékben jelentős a mellékfolyók által szállított, mezőgazdasági eredetű terhelés (pl. hígtrágya, növényvédőszer, szerves anyag, ammónium) is. A szerves anyagok magas koncentrációjához köthető biológiai oxigénigény Tiszaújváros után, valamint a Tisza-tavon a legmagasabb. A nitrátok koncentrációja ugyancsak Tiszaújváros alatt, a Sajó-torkolat után éri el a maximális értékét.

A Tisza vízminőségének védelme az egész vízgyűjtőre kiterjedő, nemzetközi együttműködést igénylő munkával lehetséges. Ennek során aktualizálni kell az *Egyezmény a Tisza és mellékfolyóinak szennyezés elleni védelméről* című, ötoldalú nemzetközi megállapodást. Első lépésként fel kell térképezni a vízgyűjtőn található veszélyforrásokat, el kell készíteni a havaria-tényezők kataszterét. A következő lépésekben sort kell keríteni az új körülményeknek

megfelelő előrejelző és szankcionálási rendszert kiépítésére, hatékony katasztrófa-elhárító rendszer felállítására és működtetésére.

3. A Tisza mellékfolyói

A Tisza mellékfolyói között vízminőség tekintetében jelentős különbségek vannak, ugyanakkor igen jelentősek a mellékfolyók vízminőségének időbeli változásai is. Az első jelentősebb mellékfolyón, a Szamoson keresztül például többször érte már igen súlyos szennyezés a Tiszát, de a Szamos vízminősége a felsőbb szakaszokon és a mellékfolyókon található sűrűn lakott és iparosodott területekről származó szennyezések miatt többé-kevésbé állandóan rossz. Hasonló a helyzet a főleg mezőgazdasági hulladékokkal (hígtrágyával) terhelt Krasznán is. Főleg szezonálisan jelentős a Sajón (valamint legjelentősebb mellékfolyóján, a Hernádon) érkező ipari és mezőgazdasági eredetű szennyezés. A sűrűn lakott területeken keresztül folyó Zagyván a terhelés ismét többé-kevésbé egyenletesen oszlik el időben. A Bodrog, a Körösök és a Maros vízminősége általában jobb, mint az előbb említett mellékfolyóké. A Tisza vízminőségének védelme érdekében a mellékfolyókon is szükséges monitoring- és előrejelző rendszer kiépítése, melyhez rendezett nemzetközi együttműködés szükséges.

4. Állóvizek: holtmedrek, szikes tavak

Az állóvizek közül csak a környezetvédelmi és természetvédelmi szempontból legfontosabb két víztértípussal, a holtmedrekkel és a szikes vizekkel foglalkozunk. A holtmedrek közül néhány kiemelkedő természeti értékekkel rendelkezik, s a valamikori nyílt ártér jellegzetes fajainak jelentős állományai találhatók meg bennük (szentélyjellegű holtmedrek). A holtmedrek egy része az erős környezeti nyomás (pl. mezőgazdasági és kommunális hulladékok és szennyvizek, horgászturizmus és megélhetési környezetkárosítás) miatt nagymértékben veszélyeztetett. Számos holtmeder a fenti és más tényezők miatt degradált állapotban van, ezen holtágak rehabilitációja elengedhetetlen. Más holtmedrek állapota többé-kevésbé elfogadható, ezen holtmedrek állapotának megőrzése, illetve javítása a feladat.

A Tisza mente mentett oldali természeti rendszereire jellemzőek a kis kiterjedésű, szórtan elhelyezkedő, időben szélsőségesen változó szikes tavak, melyek egy részét libatartásra, hígtrágyatárolásra stb. használnak. E szikes tavak védelmével kapcsolatos legfontosabb feladat a szennyező hatások megszüntetése, a természetes vízforgalom helyreállítása és a megfelelő vízpótlás biztosítása.

5. Vizes területek (*wetlandek*): mocsarak, lápok

A mocsarak és lápok a másfél évszázaddal ezelőtt történt vízrendezések óta folyó talajvízszint-csökkenés következtében aggasztó helyzetbe kerültek.

A kiszáradáson túl jelentősen csökkent területük, s nagy részüket mezőgazdasági művelésbe vonták, ráadásul a megmaradtakat is fenyegeti a művelésbe vonás. A területi csökkenés ezen túl együtt járt azzal, hogy a vizes területeket övező mezőgazdasági területeken folytatott kemikália-használatból származó terhelés káros hatásai fokozottabban jelentkeznek. A mocsarak és lápok jellegzetes fajainak kipusztulását elkerülendő szükséges a mocsarak rehabilitációja és rekonstrukciója, a lápok vízpótlásának megoldása és minden vizes terület körül megfelelő nagyságú pufferzónák kialakítása.

6. Felszín alatti vizek

Hidrológiai vizsgálatok szerint a Felső-Tisza vidék alásüllyedő rétegvízmozgásokkal jellemezhető, ahonnan a rétegvíz áramlása délnyugat felé irányul. E hatalmas rendszer rámutat a Beregi-sík és a Nyírség különös fontosságára az egész Alföld északkeleti részének vízbázis-védelme szempontjából. A Közép- és Alsó-Tisza menti területeken az arzénos és nitrátos vizek okoznak gondot, ezek minőségének javítása országos program keretében folyamatban van.

Levegőminőség-védelem

Az utóbbi évtizedben a légszennyező anyagok pontszerű, nagy kibocsátó forrásokból (ipari üzemekből, gyárakból) származó mennyisége csökkent, de több kisebb pontforrás keletkezett, melyek összkibocsátása eléri vagy meghaladja a régebben mért értékeket. Egyre jelentősebb azonban a (főleg közúti) közlekedésből származó terhelés, mely főleg a nagyvárosokban és a közlekedési csomópontokban okoz gondokat. E két országos tendencia tapasztalható a Tisza mentén is.

Az ipari forrásokból származó szennyezők közül a kén-dioxid immissziója szempontjából a Tisza menti megyék közül legrosszabb a helyzet Hevesben, valamivel jobb Borsod-Abaúj-Zemplénben, átlagos Jász-Nagykun-Szolnok, Hajdú-Bihar megyékben, és az országos átlagnál valamivel jobb Szabolcs-Szatmár, Csongrád és Békés megyékben. A kén-dioxid szempontjából különösen rossz a közlekedési csomópontok és ipari központok helyzete (Záhony, Rakamaz-Tokaj, Tiszaújváros, Tiszafüred, Szolnok, Martfű, Tiszaföldvár, Kunszentmárton, Szeged), míg a leggyakoribb határérték-túllépések Tiszavasvári, Hajdúdorog, Tiszaújváros, Szolnok, Csongrád, Szeged térségében történtek 2001-ben. A közlekedésből származó terhelés a nagy forgalmú településeken, csomópontokban és átkelőhelyeken jelentős (Tokaj, Sajó-völgy, Tiszaújváros, Zagyva-völgy, Szolnok, Csongrád, Szeged).

A főleg közlekedésből származó nitrogén-oxid immissziója szempontjából a Tisza menti megyék közül Borsod-Abaúj Zemplén és Heves egyformán jelen-

tős terhelést mutat, míg a többi megye szennyezettségi szintje – az országos átlagnál jobb Csongrád kivételével – átlagos. A legrosszabb helyzetben a jelentősebb közlekedéssel ill. iparral rendelkező települések vannak: Kisvárd, Tiszaújváros, Füzesabony, Szolnok, Törökszentmiklós, Tiszaföldvár, Kunszentmárton, Kiskunfélegyháza, Csongrád, Szentes, Hódmezővásárhely, Szeged. A szén-dioxid kibocsátása szempontjából a legrosszabb a helyzet Borsod-Abaúj-Zemplén megyében, valamivel jobb Hevesben, átlagos Szabolcs-Szatmár, Jász-Nagykun-Szolnok, Hajdú-Bihar és Békés megyékben, míg az átlagosnál jobb Csongrád megyében.

A légköri szilárd anyagok (túlnyomórészt por) szennyezése különös mértékben sújtja a Tisza mentét, legrosszabb a helyzet Borsod-Abaúj-Zemplén, Heves és Jász-Nagykun-Szolnok megyékben, az átlagosnál rosszabb Szabolcs-Szatmár és Hajdú-Bihar megyékben, míg átlagos Békés megyében, és az átlagosnál jobb Csongrádban. Az ipari/közlekedési eredetű ülepedő por gondot okoz Záhony, Tokaj (Taktaköz) térségében, Tiszaújváros, Jász-Nagykun-Szolnok megye Tisza menti részein. Más, inkább növénytermesztéssel foglalkozó településeken a szántóföldekről származó porterhelés helyenként jelentős.

Szót kell még ejteni az allergén anyagokat kibocsátó gyomnövényekről is, hiszen a Tisza mente számos területén a gyomnövények elterjedése (gyakorisága) országosan is az egyik legmagasabb (pl. Jász-Nagykun-Szolnok megye).

Talajvédelem

A kilencvenes években a mezőgazdaság visszaesése miatt a műtrágya-felhasználás – mely a Tisza mente egyik legfontosabb környezetvédelmi problémája volt – örvendetes mértékben csökkent. Hangsúlyozni kell azonban, hogy ezt követően nem szabad ismét az intenzív szántóföldi művelés felé menni, s a Nemzeti Agrár-Környezetvédelmi Programnak megfelelően az okszerű, ökológiai adottságokból kiinduló extenzív művelést kell megvalósítani a Tisza mentén is. Az okszerű földhasználatnak figyelembe kell vennie nemcsak a Tisza mente talajainak szikesedési hajlamát, hanem a talaj vízháztartásának megbolygatásával, másodlagosan kialakult szikesek művelésre alkalmatlanságát is.

Zajvédelem, sugárzásvédelem

A Tisza mente közlekedési csomópontjaiban (pl. Vásárosnamény, Sárospatak, Tokaj, Tiszaújváros, Szolnok, Törökszentmiklós, Csongrád, Szeged) folyamatosan nő a közlekedésből származó zaj. A zajártalmak elleni védekezés ezért

egyre fontosabbá válik, és a megfelelő létesítmények (zajvédelmi falak stb.) kiépítése elengedhetetlen. A kisebb ipari üzemek zajszennyezése (pl. fűrészüzemek stb.) és helyenként az időszakos diszkó-zajártalom (vízitúrák megállóhelyein, pl.: Tivadar, Dombrád, Tokaj, Tiszadob, Tiszadada, Nagykörű) szintén magas, ezek hatásainak csökkentése egyedi megoldásokat igényel.

Tájvédelem

A Tisza menti táj igen jellegzetes, különleges hangulatú része hazánknak. Mivel a terület igen gazdag értékes tájképi elemekben, elsődleges fontosságú egy tájkataszter készítése, mely számbaveszi, lajstromozza a táji szempontból értéknek számító elemeket. A degradált, tájképi elemekben szegény tájak rehabilitációja, míg a tájképi értékekben gazdag tájak fokozott védelme szükséges. A tájvédelmi szempontok két szempontból is különösen fontosak a Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése kapcsán tervezett árvízvédelmi és természetvédelmi beavatkozások miatt. Egyrészt a beavatkozások táji szintű változásokkal fognak járni, másrészt pedig a beavatkozások egy része valószínűleg a természeti környezet rehabilitációja, a természeti értékek védelme szempontjából kedvező lesz. A tájrehabilitációnál, valamint az értékes tájak védelménél törekedni kell az ökológiai adottságokból kiinduló földhasználat elterjesztésére, a sérült, megbolygatott szerkezetű tájak rendezésére, az évszázadokon át kialakult táji szerkezet visszaállítására. Ahol tájképi szempontból indokolt, a vonalas létesítményeket (olajvezeték, magasfeszültségű villanyvezeték) a föld alá kell vinni, a közlekedés által okozott zavarást (utak mente, hidak) csökkenteni kell. Nemcsak tájvédelmi, hanem számos más szempontból is fontos, hogy a környezetvédelmi havaria-esetekre fel kell készülni és a turizmus (öko-, vadász-, horgász- és vízisportturizmus) által okozott környezeti és természeti károk mérséklésének módjait már a gazdasági fejlesztés jelenlegi szakaszában tisztázni kell.

Jegyzet

1 Junk 1996.

Az Egyek-Pusztakócsi mocsárrendszer

Természetvédelmi kezelési elvek

A kezelési módszerek kiválasztása során – az általános törvényszerűségeken túl – figyelembe kell venni az adott terület élő és élettelen rendszereinek fejlődéstörténeti sajátosságait, a föld- és vízkészlet-használati formák közvetlen és közvetett hatásait, a védendő természeti elem környezetének hatásait. Fontos alapelv, hogy a természetvédelmi kezelés – különösen a rehabilitációs, rekonstrukciós munkák – során természetes, vagy természetközeli élőhelyek ne sérüljenek.

A munka lényege a szukcessziós folyamatoknak a természetvédelem számára kedvező irányba való befolyásolása, illetve olyan környezeti hatáskompozíció előállítása, ami a természetvédelmi céloknak megfelel. Weller¹ véleménye szerint a korai szukcessziós stádium megteremtésével érhető el a hosszabb életű diverzebb élőhelyek kialakítása. Véleményével csak részben érthetünk egyet. Egyértelmű, hogy a korai szukcessziós stádium hosszabb életet biztosít az adott természeti rendszernek, de nem teljesül az a kritérium, hogy a szukcessziós háló valamennyi eleme reprezentálva legyen.² Helyesebb lenne a korai stádiumok dominanciájáról beszélni. Megítélésünk szerint a helyes kezelés, működtetés, a célállapot elérését segítő hatáskompozíció kialakítása az élőhely-rehabilitációs beavatkozások eredményességének a kulcsa. Alapvető probléma, hogy a természetvédelmi szempontokból „kedvező állapot” meghatározása, definiálása is nehézségekbe ütközik, nemhogy a rendszer konzerválása, állapotban tartása. A természetvédő és kutató ma néhány indikátornak minősített élőlénycsoport, ritkábban fizikai, kémiai, stb. jellemzők alapján igyekszik minősíteni, esetleg néhány természetvédelmi szempontból kiemelkedő értékű faj jelenléte befolyásolja döntését.

A kutató-természetvédő érzékeli a fajgazdagságban – az adott vizsgálati szinten – bekövetkező változást, de az állapotváltozás irányáról (képeség), megnyilvánulási módjáról (folyamat) már csak hézagos ismeretei vannak. A természetvédelemnek ugyanakkor – lehetőleg minél előbb – el kell döntenie, hogy pl. az állapotban tartást (konzerváció) vagy a rendszerre jellemző szukcessziós folyamatok védelmét (prezerváció) tekintse feladatának. Amennyiben a védendő rendszer szukcessziója normális³ kézenfekvő, hogy

annak védelme a járható út, hiszen a normális szukcesszióval kialakuló új állapot is kedvező élőhelyminőséget fog eredményezni. Ugyanakkor a konzerválás például a klimax vagy szubklimax állapotokban tűnik eredményesnek. Ezek ellenére a probléma jóval bonyolultabb, mint gondolnánk, amit bizonyít a konzervációs törekvések gyakori – a kutatók és természetvédők közös munkája ellenére bekövetkező – kudarca.

A rehabilitációs és rekonstrukciós beavatkozások megkezdése előtt fel kell térképezni a kedvezőtlen változások, degradációs folyamatok okait, a fragmentációs jelenségeket és azok hatásait. Fel kell mérni, hogy az adott rendszer sérülését okozó közvetlen és közvetett hatások felszámolhatók-e. Fel kell térképezni, hogy a rehabilitálandó rendszer eredetileg hány mozaikelemből állt, abból mennyi áll rendelkezésre és a megmaradt elemek kölcsönkapcsolatai milyen természetűek.

Meg kell vizsgálni, hogy a kipusztult növény- és állatfajok előfordulnak-e a tágabb környezetben, természetes bevándorlásuk feltételei biztosítottak-e. Amennyiben nem, meg kell vizsgálni a migrációs folyosók, „ökológiai lépkedőkövek” rehabilitálhatóságának lehetőségét is.

Értékelni kell, hogy a rehabilitálandó területen nem alakultak-e ki olyan értékes szekunder életközösségek, izolátumok, amelyek tudományos vagy természetvédelmi szempontból megőrzendők, s amelyeket a bevándorlási útvonalak megnyitása, a kompetitorok beáramlása elpusztíthat. A vándorlási útvonalak természetesen a nemkívánatos inváziós fajok számára is nyitottak! Tapasztalataink szerint az adott ökológiai rendszerre jellemző szerkezet kialakítását bizonyos természeti folyamatok lassítják. *Dunning* és munkatársai⁴ szerint a szegélyeknek fontos szerepe van a mozaikrendszer fajainak terjedésében, amelyek egyes fajok számára akadályt, mások számára migrációs utat jelentenek. A rendszer elemei egymásrautaltságuk ellenére sajátos versengésükkel korlátozzák egymás terjedésének sebességét, mintegy időt biztosítva a szerkezet és működés egészséges fejlődése számára. Az invazív – az adott mozaikrendszertől idegen – fajok mozgását a belső szabályozottság nem korlátozza – „rájuk nem vonatkoznak a szabályok” – s így szinte végig száguldanak a migrációs folyosókon. Ezért nagyon lényeges elméleti és gyakorlati kérdés, hogyan zárhatók be az „inváziós ablakok”.⁵

A hiányzó fajok betelepítését csak kivételes esetben szabad megkísérelni, a munkát a természetre kell bízni. Az általános ökológiai és etikai elvek közül feltétlen érvényesülnie kell az alábbiaknak:

- a természeti (életfenntartó, önszabályozó) folyamatok védelme, fenntartása,
- a meglévő térségi kapcsolatok, ökológiai hálózatok megőrzése,
- a degradációs okok, hatások felszámolása, csökkentése,
- a beavatkozások minimalizálásának elve,

- a „hagyni gyógyulni” elv (önszabályozó mechanizmusok működésének időt kell engedni),
- a funkciók egyenlőségének elve (egyes funkciókat nem szabad a többi rovására optimalizálni).

Az élőhelyeket veszélyeztető tényezőket mindig egyedileg kell vizsgálni, a közvetlen és közvetett hatások értékelésével. Egy adott típus védhetőségét elterjedtsége⁶ döntően befolyásolja. Lehetséges, hogy egy kiválasztott minta nem őrizhető meg, de a típust – gyakorisága miatt – mégsem fenyegeti veszély.⁷

Fontos tényező a védendő terület nagysága, kiterjedése, érintkezése – hossza és módja⁸ – más természetes élőhelyekkel, vagy a gazdasági tájjal:⁹ szomszédság hatás – *neighbourhood effects*). A terület mérete elegendő-e ahhoz, hogy a rá jellemző fajpopulációk változatossága fennmaradjon (ma a természetvédelem gyakran pusztulásra ítélt élőhelyfragmentumokat próbál megőrizni.) Ha az ökológiai folyamatok oldaláról közelítjük meg a kérdést, akkor tarthatjuk megfelelőnek a védendő terület nagyságát, ha az időben egymást követő szukcessziós állapotok egymásmellettségükben is tartósan megőrizhetők.

Az elterjedtség és a kiterjedés együttes vizsgálata során az élőhely diszpergáltságát is kell értékelni. Vizsgálni kell az izolátumok nagyságát és a közöttük meglévő kapcsolatokat.¹⁰ Elemezni kell, hogy az elkülönült élőhelyfoltok (fragmentumok) részét képezik-e egy működő ökológiai hálózatnak. A diszpergáltság speciális formájának tekinthetők a társuláskomplexek, vagy mozaikkomplexek. Ezek a sajátos struktúrák – bár mozaik-elemeik külön-külön nem képesek az élőhely teljes biológiai változatosságát megőrizni – belső szegélyeiknek, a mozaik elemek határán zajló folyamatoknak köszönhetően rendkívüli biodiverzitás őrző képességgel rendelkeznek. Valóságos gyűjtőhelyei a vegyes biotópigényű fajoknak.

A veszélyeztető tényezők vizsgálata során fel kell mérni az adott élőhelytípus természetes, vagy természetközeli előfordulásának és a degradált formáknak az arányát. Vizsgálni kell a degradáció okait, hatásmechanizmus szerint osztályozva azokat. Az élőhelyek degradációjára a jellegvesztés, uniformizálódás hívja fel a figyelmet. A leromlás következő fázisában a nemkívánatos populációk (invazív fajok) betelepülése¹¹ következik be, ami látszólag növeli a biológiai változatosságot. Valójában ilyenkor már nagyon nehéz megállítani a degradációs folyamatot, gondoljunk csak árterek (gyalogakác) és homoki gyepeink (selyemkóró) élőhely-károsodásaira.

Fenti gondolatainkkal, amelyeket a gyakorlati munka hatásainak nyomomonkövetése, a rehabilitált területek újranevesedési folyamatainak vizsgálata során megfigyelt jelenségek ébresztettek, a természetben zajló ökológiai folyamatok megőrzésének fontosságára igyekeztünk rávilágítani, arra, hogy a legjobban sikerült jogszabály sem képes követni a természet valóságos mozgásait. Ez teszi csodálatosan izgalmassá a természetvédő ökológus munkáját, s ez tanítja meg a természettel szembeni feltétlen alázatra.

A mocsárrendszer jellemzése

Földrajzi elhelyezkedés

A 4073 hektár kiterjedésű Egyek–Pusztakócsi mocsárrendszer (47° 34' É, 20° 55' K) Tiszafüred és Egyek települések közigazgatási határában terül el, déli peremén a 33-as főközlekedési út halad, amelyet csak a fölösleges vizeket levezető Sarkad-ér keresztez. Tengerszint feletti magassága a Hortobágy kistájra jellemző 88-92 méteres értéket csak a kurgánok esetén haladja meg, közülük a legmagasabb 94,7 m. A valamikori vízjárta terület alig felén megmaradt élőhelyek legnagyobb része, az egykori mocsárrendszer mélyebb fekvésű, ősmedrekkel tarkított középső területe Egyek–Pusztakócsi mocsarak néven (egységei: Villongó, Tarhos, Fekete-rét, Kis-Jusztus, Meggyes-lapos, Hagymás, Csattag, Bögő-lapos) 1973 óta áll természetvédelmi oltalom alatt, a Hortobágyi Nemzeti Park része. A Fekete-rét, a Jusztus-mocsár és a Hagymás-lapos a Ramsari Egyezmény oltalma alatt álló nemzetközi fontosságú vizes élőhely (összesen 3073 ha).

Az Egyek–Pusztakócsi mocsárrendszer rehabilitáció előtti képeinek általános jellemzése

Az Egyek–Pusztakócsi mocsárrendszer területi csökkenése már a Tisza szabályozása előtt megindult az áradások vizének gyorsabb elvezetését szolgáló Árkus-csatorna megépítésével, majd az ármentesítés után tovább zsugorodott. Kiszáradt ágait csak a csapadékvíz újította meg. A századforduló táján azonban még kedvezőbb volt a szántók aránya. A századforduló utáni leírások szerint a mocsarak kiterjedt tündérrózsás hínármezőit még a morotvák hangulatát idézték. A széles, fajgazdag rétzóna övezte mocsarakat kiterjedt szikes legelők kísérték.

A mocsárvilág pusztulását gyorsította a mocsarak lecsapolása (1930–50-es évek) és a természetes vízgyűjtőterület jó termőképességű zátonyainak szántóföldi művelésbe vonása. Az eredeti vizes élőhelyrendszer jelentős része ma mezőgazdasági hasznosítás alatt áll. A mocsarak, gyepek mozaikja közé mezőgazdasági területek ékelődnek. A medreket, laposokat kísérő hátakon, övzatonokon szántóföldi gazdálkodás, a megmaradt kisebb gyepfoltokon legeltetéses állattartás folyik. A terület további degradációját okozta a '70–80-as évek fordulójára eső egyeki térségi melioráció, amely a megmaradt vízgyűjtő terület feldarabolásával, az összegyűjtött vizek elvezetésével végveszélybe sodorta a terület megmaradt élővilágát. Ezek a beavatkozások a helyben képződő vizek (csapadék) összegyűjtésére és elvezetésére irányultak, a belvízkárok enyhíté-

se érdekében. Ezeknek a vizeknek jelentős része a közelmúltig a mocsárrendszerben gyűlt össze és lehetőséget biztosított az ármentesítés hatását átvésszelt vizes élőhelyek fennmaradására.

A Tisza szabályozása után kezdetben gyors, majd egyre lassuló változások az Egyek–Pusztakócsi mocsárvilág biológiai változatosságának folyamatos csökkenéséhez vezettek. A beavatkozások után megindult a nagy tűrőképességű fajok kipusztulása is, és emiatt közelinek tűnt (5-10 év) a terület olyan mértékű átalakulása, amely már lehetetlenné teszi az eredményes helyreállítást. Sajnos, a meliorációs beavatkozások egybeestek azzal a hosszan tartó aszályos periódussal, amely a hetvenes évek végétől a kilencvenes évek közepéig sújtotta a Hortobágyot. A Tarhos-lapos és a Bögő-lapos már a nyolcvanas évek eleje óta szárazon állt, holott időszakos vizeikben még a hetvenes évek végén fehérszárnyú szerkő telepek voltak. Valamivel később száradt ki a Meggyes-lapos és a Csattag-mocsár. Az utóbbi pusztulását meggyorsították a tartós vízhiány miatt kialakult hatalmas tűzvészek. A hetvenes években még gazdag mocsári madárviláguk jelentősen károsodott. A mocsarak területe lecsökkent, az érzékenyebb társulások, fajok visszaszorultak vagy eltűntek. Károsodtak a rendszer életében döntő fontosságú szegélytársulások, átmeneti társulások és terresztris kapcsolatok. A vegetáció szerkezeti változása erősítette az elmúlt években jelentkező csapadékhiány kedvezőtlen hatását. A mocsarak kiszáradásával, a mocsarak rétzónájában és a kísérő gyepek hasznosításában bekövetkezett változásokkal – elsősorban a legeltetés visszaszorulásával, megszűnésével – a degradatív jelenségek kerültek túlsúlyba.

A mocsárrendszer a Hortobágy és környékének egykor jellemző vízi élőhelyeinek maradványait különböző mértékben degradált állapotban őrizte, de területén az eredeti növényegyüttesek szerkezetalkotó fajai még jelen voltak. A kedvezőtlen változások megállításának lehetősége még biztosított volt, de a nagy tűrőképességű fajok gyorsuló pusztulása jelezte, hogy ez a lehetőség már csak korlátozott ideig maradhat fenn.

A hetvenes évek második felétől a Fekete-rét, és a Kis-Jusztus-mocsár kivételével – ahol a Hortobágyi Nemzeti Park már ekkor elindította a rehabilitációs munkákat – felgyorsult a kiszáradás. Ebben a kedvezőtlen időjárási viszonyokon túl, a meliorációs beavatkozások is közrejátszottak. Az Egyek–Pusztakócsi mocsarak négyezer hektárt meghaladó, erősen degradálódott területével szinte iskolapéldája volt a feltétlen helyreállítandó élőhelynek. A terület különböző pusztai élőhelyei szinte teljesen eltűntek, vagy csak töredékük maradt fenn. Helyükön ma szántóföldi gazdálkodás folyik. Ez a vizes élőhelyek helyreállításán túl egy teljes tájrehabilitáció szükségességét indokolja.

A mocsarak hidrológiai rehabilitációja 1976-ban kezdődött, majd 1981–82-ben folytatódott a Fekete-réten, és 1996–97-ben készült el a Bögő-lapost, Kis-Jusztust, Meggyest, Hagymást és Csattagot felfűző árasztócsatorna rendszer.

A vizsgálati területre jellemző hierarchikus mozaikstruktúrák¹² állandó mozgásban vannak, azaz dinamikus heterogenitást mutatnak. Az árterek – a vizsgálati terület a Tisza szabályozásáig természetesen működő ártér volt – jellemző sajátossága volt, hogy a legnagyobb árvizek idején is voltak szárazon álló, víztől alig átitatott és sekély vízborítású élőhelyrészek. Természetesen a különböző vízborítottságú területek eloszlása, a különböző vízmélységű területek aránya árvizenként változott [vö.: „pulzáló árvizek” fogalma (*flood pulse concept*)¹³]. A vízborítás mélységének és időtartamának eloszlása szerint helyezkedtek el a vegetációs zónák, illetve mozaikok, a vízborítást jól, kevésbé jól és alig tűrő társulások. Ökológiai értelemben a sértetlen ártereken (azaz nicsen gáttal elválasztott hullámtér és mentett oldal) a természeti rendszerek pusztulása nem következik be, hiszen az előtér működési sajátossága a területnek. A hullámtereken (mesterségesen szűkített ártér) a hirtelen emelkedő, általában magas vízszint rendszeresen elpusztítja az élővilág egy részét, így a gyorsan visszatelepülő nagy tűrőképességű fajok kerülnek előnybe, azaz állandó egyirányú szelekciós nyomás érvényesül. Az ép árterek kevésbé sérülékenyek, mint a hullámterek, mivel mindig fennállnak a gyors újranepekedés feltételei. Ez a különbözőség meghatározza természetvédelmi kezelésük, rehabilitációjuk, hasznosításuk lehetőségeit, illetve azokat a megőrzési kötelezettségeket, amelyek az árterek természeti rendszereinek maradványaival szemben fennállnak.

A vizsgálati terület sajátossága, hogy a Tisza által meghatározott táji mozaikosságot tovább tagolja a talajadottságok finom heterogenitását követő társulásmintázat. Ha a habitatdiverzitás-elmélet,¹⁴ valamint a komplexitás- és stabilitás-összefüggések megállapításai¹⁵ alapján elemezzük a hierarchikus mozaikrendszerek működését, érthetővé válik a mozaikkomplexek nagy toleranciaképessége. A habitatdiverzitás-elmélet abból indul ki, hogy egyre nagyobb területeket véve – bizonyos határig – a fajszám emelkedik az élőhelyek számának és fajtáinak növekedésével. Az elmélet figyelmen kívül hagyja, hogy sok faj a korlátozott diszperziós képesség következtében képtelen az összes alkalmas területre – szigetre – eljutni. Ugyanakkor a hierarchikus mozaikstruktúrák elméletét alkalmazva, amennyiben nem regionális durva mintázatban, hanem táji, méginkább társulások mintázatában gondolkodunk, a tétel már igaznak ítéltető (komplexitás – stabilitás, mozaikdiverzitás).

A térség általános természetföldrajzi és hidrológiai jellemzői

Az Egyek-Pusztakócsi mocsárvilág valaha közel tízezer hektáron terült el, Ohat-Egyek-Tiszafüred határában. A terület domborzata sokkal változato-

sabb, mint a mocsárvilágtól keletre elterülő Hortobágyé. Mindenütt magán viseli a folyóvíz munkájának nyomait. A valamikori vízrendszer gazdagságáról régi térképek tanúskodnak, légi- vagy úrfelvételek ma is szemléletesen jelzik maradványaikat. Az észak-déli irányban hosszan elnyúló, árvízjárta ősi mocsarak természetes víztárolóként fogadták be a tiszai áradások hatalmas víztömegét, ami az árvíz levonultával a Hortobágy déli mocsarain, a Zádor-folyón, és a Körös-Berettyó vízrendszeren keresztül jutott vissza a Tiszába.

A tájat a hordaléklerakódás állandó változásban tartotta. A feltöltődő, medrüket állandóan változtató vízfolyások nyomán holtmedrek maradtak vissza a víz által épített övzátonyok között. A szintkülönbségek elérik a 6-10 métert is. A zátonyok alapját képező folyami hordalékokra – az északi peremterületeken kék homokra – többnyire agyagos alföldi löszrétegek rakódtak. A laposokon, mocsarakon szétterülő vizek legnagyobb részt már csak lebegtetve szállított, finomszemcsés réti agyagot terítettek a felszínre. A nagyobb szemcseméretű frakció a mocsár peremterületein rakódott le és a jelentős szintkülönbségek, a nagy reliefenergia miatt erősen padkásodni kezdett.

A mocsár megmaradt ágainak jelenlegi állapotából is következtethetünk arra, hogy jelentősek lehettek a vízborításbeli különbségek. A legmélyebb pontokon a vízmélység elérhette a két métert. Arról is tanúskodnak írásos emlékek, hogy a mocsár halászati szempontból is jelentős volt. Az Egyek-Pusztakócsi mocsarak változatosságát, természeti gazdagságát a terület morfológiai sajátosságai is befolyásolták. A Tisza valamikori övzátonyai, a folyóhátak változatossá teszik a mocsarak és szárazföldi természeti rendszerek találkozásait, határait. Meredek partok – például a Meggyes-lapos nyugati határa – és lapos partok – mint a Meggyes-lapos keleti határa – változatos kifejlődésben váltogatják egymást. A mozaikszerkezetet tovább színezi a mocsarak belsejébe nyúló tagolt partú földnyelvek (pl. Fekete-rét).

A löszös üledékkel borított hátakon csernozjom talajok, egyébként pedig szikes talajok jellemzőek, leginkább réti szolonyec. A löszös üledékeken, a felszín közeli szikes talajvíz hatására jellegzetes mozaikos szerkezetű, változatos sziki élőhelyek képződtek.

A 19. század derekán induló folyószabályozási munkálatok következtében megszakadtak a természetes vízpótlás útjai. Az áradások elmaradásával, a mocsarak vízgyűjtőjének feldarabolódásával a gazdag vízivilág egyre kisebb területekre szorult vissza. Az ármentesítéssel és a vízgyűjtő terület feldarabolódásával, pusztulásával megszűnt a terület természetes vízpótlása. Az így kialakult helyzetet tovább rontotta, hogy melioráció során a maradék vizeket is elvezették.

A területet nyugatról határoló gyepeket szinte teljesen felszántották, a Csepregi-lapos vizét pedig a Fekete-rétbe vezették, így a valamikor összefüggő mocsártól a Villongó-Tarhos egység elszakadt. A Bögő-lapos a Füred-Kócsi tározó megépítésével szakadt el a Fekete-réttől, amellyel korábban szer-

ves egységet képzett. Az a mederszakasz, amely a Csattag északi részét a Fekete-réttel összekapcsolta, mára teljesen feltöltődött, mezőgazdasági művelés alá vonták (vö.: 77. és 78. ábra).

A Csattag kiszáradásához sem kizárólag az áradások elmaradása vezetett. Természetes vízgyűjtő területének pusztulása miatt a csupán a helyi vízgyűjtőről érkező csapadékvíz mennyisége az elmúlt száz évben körülbelül az eredeti 20 százalékára csökkent. A Csattag-mocsár a Meggyes-laposon keresztül állt kapcsolatban az Egyek-Pusztakócsi mocsarak déli ágával. A Meggyes-lapost az áradások elmaradás után már csak az Egyek környékéről összegyűlő csapadékvizek táplálták: a Csattag-mocsár fölös vizét fogadta be. Miután a természetes vízgyűjtőjét alkotó gyepeket felszántották, majd az Egyek környéki meliorációval a Csattag elvesztette vízgyűjtő területének a maradványát, a Meggyes-lapos teljesen kiszáradt. Csak különösen csapadékos időszakokban (1970-es évek) telt meg a mocsár medre.

A Meggyes déli részén szélesebb nádas kiterüléssel érintkezik a Hagymás-lappossal. A 33-as főközlekedési út építése a Hagymás-lapos déli részét leszakította, a mocsár északi része pedig a tartós szárazság következtében két elkülönült részre bomlott.

A terület vizes élőhelyei asztatikus, illetve szemisztatikus vízforgalmú szikes mocsarak¹⁶ közé tartoznak. A szemisztatikus típusú vizes élőhelyek a Hortobágyról (és Európa legnagyobb részéről is) szinte teljesen eltűntek a folyószabályozások következtében, ezért maradványaik természetvédelmi szempontból különösen értékesek. Ebbe a típusba sorolható a Fekete-rét és a Meggyes-lapos is. Természetvédelmi kezelésük alapja a természetes vízforgalomnak megfelelő vízpótlás az ármentesítés előtti vízjárás mesterséges utánzásával.

A vízrendezések, területhasználati változások miatt nagyon súlyosan sérültek ezek a kitüntetett szerepű átmeneti zónák. Ezért tartottuk fontosnak, hogy tájrehabilitációs tervünkben részletesebben is kitérjünk a partvonal történeti változásaira.

A mocsárrendszer jellemző vizes élőhelyei

1. A Villongó és a Tarhos-lapos

Mai területük mintegy háromszáz hektár. Változatos, a délkeleti peremén erősen padkásodott sziki gyepekkel és kis löszgyep-maradványokkal határolt terület. A valamikor kiterjedt mocsaras nádas élőhely a Hajdú-fenék és a Tarhos-lapos legmélyebb részére húzódott vissza. A Tarhos-lapos változatos szikes mocsári élőhelyei, amelyek a hetvenes évek elején még az egyik legnagyobb szerkőtelepnek adtak otthont, a kiszáradás következtében szinte teljesen elpusztultak. A környező szántók a víz visszahúzódásával évről évre a mo-

csár területének rovására terjeszkedtek. A szikes mocsár helyén mára ecsetpázsitos rétek, kis foltokban zsiókás állományok és néhány rendszeresen aratott nádas maradt fenn. A réteket kaszálóként hasznosítják, ami tovább gyorsította az élőhely átalakulását. A területet nyugatról határoló gyepeket szinte teljesen felszántották, a Csepregi-lapos vizét pedig a Fekete-rétbe vezették, így a valamikor összefüggő mocsártól a Villongó-Tarhos egység elszakadt. A terület állatvilága átalakult. Az eredeti madárvilágból néhány pár nyári lúd és barna rétihéja maradt meg.

Az eredeti vízviszonyok helyreállítására a jelenleg működő öntözőrendszer felhasználásával lehetne lehetőséget teremteni, erre a Nyugati-főcsatorna vízminősége kedvező feltételeket biztosít. A korábbi vízborítás három-négy évenkénti feltöltéssel elérhető lenne. A rehabilitáció első fázisában néhány használatból kivont csatornát és a mocsarak, gyepek közé ékelődött szántót kellene megszüntetni. A Villongó és a Fekete-rét között elhelyezkedő Csepregi-lapos lecsapoló csatornájára egy vízszintszabályozó zsilipet kellene építeni, vagy ezt a csatornát fel kellene számolni. A természetes vízgyűjtő terület helyreállítására már nincs lehetőség, hiszen a mocsarat még a századforduló után körülfogó kiterjedt legelőket a harmincas évektől napjainkig szinte teljesen felszántották. Feltétlen szükség lenne a mocsárral közvetlenül érintkező szántók művelési ágának megváltoztatására, gyepesítésére. Ennek a munkának érinteni kellene a Sót és a 33-as főút közötti valamennyi szántót. Ezek a területek még a közelmúltban is jelentős tűzokdűrgőhelyek voltak.

2. A Bögő-lapos

Hossza mintegy másfél kilométer, legnagyobb szélessége hatszáz méter, területe hetvenhárom hektár. A terület az Egyek-Pusztakócsi mocsarak talán legrejtettebb része. A Bögő-lapos a Fekete-rét északi nyúlványa, amelyet a Sót és a Fekete-rét töltése ma elválaszt egymástól. A Füred-Kócsi tározó körtöltésének megépítésével szakadt el a Fekete-réttől, amellyel korábban szerves egységet képzett, így megszűnt a kapcsolat a mocsár és a Bögő-lapos között, ami a terület kiszáradásához vezetett. 1996-ban megépült az a tiltós áteresszel ellátott tápcsatorna, ami a Fekete-rétet elkerülő feltöltő csatornán keresztül biztosítja a Bögő-lapos vízpótlását.

A mocsár déli részét kiterjedt homogén nádasok borítják. A peremterületen található néhány kisebb keskenylevelű gyékény folt és vízi harmatkásás zsombékos. A rét és gyep zónát szinte teljesen elpusztította a szántóföldi művelés. Az Egyekhez közel eső részen nagyobb zsiókás és ecsetpázsitos élőhelyek alakultak ki. A Bögő-lapos északi részét viszonylag meredek part határolja, a hátán kis tölgyes erdőfolttal, sziki kocsordos tisztással. A tájképileg hangulatos, vegyes cserjeállományú erdőfoltot 2001-ben vadászatok számára alaposan „kiszántították”, a gyepterületeket összevágták. A mocsár észak-nyugati peremén kisebb gyepterület maradt meg, az erdőhöz közeli szélében fürtös gyöngyikével.

A Fekete-réttel érintkező déli rész lankás parttal kapcsolódik a környező mezőgazdasági területekhez. Természetvédelmi szempontból talán a legnagyobb gondot az okozza, hogy a hosszú, viszonylag keskeny mocsarat intenzív mezőgazdasági művelés alatt álló területek veszik körül, így rendkívül nagy a vegyszerbemosódás és a feltöltődés veszélye.

A terület északi harmadát (23 ha) egykor gátként is funkcionáló, a terepszint fölé emelt földút szeli ketté. Ezen az úton a forgalom megszűnt. Ez a gát, amibe a terület rehabilitációja során tiltós átereszt épült, a mocsarat két külön is kezelhető medencére osztja, ami változatosabb kezelési módszerek alkalmazását teszi lehetővé.

3. A Meggyes-lapos

Teljes hossza ezerhétszáz méter, legnagyobb szélessége ötszáz méter, területe közel hetven hektár. A Meggyes-lapos észak-dél irányban lefutó völgye, a medencét szegélyező – hortobágyi viszonylatban magasnak mondható – övzátónysorok minden kétséget kizáróan igazolják, hogy a területet a folyóvíz munkája alakította ki. A meder középső szakaszán jelentősek a szintkülönbségek, helyenként meghaladják a három métert.

A mocsár északi részét a Sóút választja el a Csattag-mocsártól. Az ármentesítés után az Egyek környékéről összefutó csapadékvizek táplálták. Mivel időközben a természetes vízgyűjtőt alkotó gyepeket felszántották, s az Egyek környéki meliorációval a Csattag-mocsár – amelynek fölös vize a Meggyes-lapost táplálta – elvesztette vízgyűjtő területének a maradványát, a Meggyes-lapos teljesen kiszáradt. A rehabilitáció előtt csak nagyon csapadékos időszakokban telt meg a mocsár medre, de ilyenkor a vízállás a legmélyebb pontokon meghaladta az egy métert is.

A mocsár északi részén nagyobb kiterjedésű, ecsetpázsitos réttel körülvett zsombékos élőhely maradt fenn, ahol a szikes rétek és a szikes mocsarak fajai keverednek. A mocsár déli részének kiterjedt nádasai (31 hektár) a rendszeres aratás következtében gyorsuló ütemben homogenizálódtak, a rehabilitáció előtt már csak a vízi harmatkása és keskenylevelű gyékény néhány foltja jelezte a nem sokkal korábban még változatos élőhely gyors átalakulását.

A Meggyes-lapos vízpótlásával a mocsárvilág másik állandó vízborítású területét kívánjuk fenntartani. A magasabb buckasorok között meghúzódó valamikori folyómederben, igen mély, helyenként az egy métert is meghaladó vízmélység alakítható ki. A mocsártól nyugatra még két jóval kisebb (területük öt-öt hektár), észak-déli lefutású, párhuzamos övzátóny sorokkal elválasztott ág húzódik (az egyszerűség kedvéért keletről nyugat felé haladva Meggyes-I és Meggyes-II-ként neveztük el őket), a műholdfelvételen szépen kirajzolódik hosszúkás foltjuk a Meggyes-lapos déli kiöblösödő részének délkeleti oldalán. Ezek az ágak már vízpótlást nem kapnak, vizük kizárólag a helyi vízgyűjtőkről

összefutó csapadékvizekből származik. Tavasszal még jelentős vízborítottságúak, de általában ősze kiszáradnak.

4. A Hagymás-lapos

A terület az Egyek-Pusztakócsi mocsarak délnyugati ívét alkotja, a 33-as főút mentén. Hossza az északi lefűződött ágával együtt 2,6 km, legnagyobb szélessége hétszáz méter, területe 118 hektár. Az utóbbi években szinte teljesen szárazon áll. A Hagymás-lapos a tartós szárazság következtében két elkülönült részre bomlott. Jóval korábban a 33-as főút építése egy kisebb darabját már leszakította a mocsárnak. Az út átépítése során a korábban üzemelő áttereszt eltömődött, így ennek a területnek hosszú időre megszűnt a természetes kapcsolata a mocsár nagyobb részével. A mocsár rehabilitációjakor sor került ennek az átteresznek a kitisztítására és tiltó beépítésére is.

Változatos, mikroformákban igen gazdag területe ez az Egyek-Pusztakócsi mocsaraknak. Padkás, nedves szikfoki társulásokkal mozaikot alkotó rétek, máshol a száraz szikespusztai gyepekkel érintkező mocsárágak tarkítják a tájat. Itt maradt fenn – sajnos a rehabilitációt megelőző hosszú aszályos időszakban gyors pusztulásnak indult – a mocsárvilág legfajgazdagabb, vízi harmatkásás zsombékosokkal mozaikszerkezetet alkotó mocsárrétje. A mocsári növényzet legnagyobb hortobágyi állományát őrzi ez a terület. Mennyisége az árasztások után az utóbbi években megsokszorozódott.

A nádasok szinte teljes hiánya jelzi, hogy a terület Hortobágyon valamikor igen nagy területeket borító, természetvédelmi szempontból kiemelkedő értéket képviselő igazi „kiszáradó” mocsár. A Hagymás a szikes réti növényzet teljes változatosságát megőrizte. Különösen az ecsetpázsitos és csetkákás szikes rétek kiterjedése jelentős, de kisebb foltok formájában mindenütt megtalálható a hernyópázsitos és a harmatkásás szikes rét is. Az utóbbi két társulás erőteljes visszaszorulása a kiszáradással magyarázható.

Az áttereszt felújításával az összeköttetés a korábban a 33-as út által elszigetelt déli résszel helyreállt. A terület vízellátása ma már az elkészült feltöltő csatorna révén biztosított. A terület nagyobb részén igen sekély vizű, korán kiszáradó élőhely fenntartására kínálkozik lehetőség. A kora tavaszi vízpótlás remélhetőleg megállítja majd azt a homogenizálódási folyamatot, amely az elmúlt aszályos években már a mocsár fennmaradását is veszélyeztette. Itt is meg kell oldani környező szántók káros hatásainak kizárását a területről. A feltöltés várhatóan több védett sziget kialakulásához fog vezetni, ami a terület egyik értékes fészkelő fájának, a hamvas rétihéjának a védelmét is szolgálhatja.

5. A Csattag-mocsár

Az Egyek-Pusztakócsi mocsarak északnyugati ága. Hossza a Méneskúti-legelővel együtt háromezerkétszáz méter, legnagyobb szélessége mintegy nyolcszáz méter. Területe kétszázötvenhét hektár (ez természetesen csak a vi-

zes élőhelyek kiterjedésére vonatkozik). Alakja is elárulja, hogy egy ősi folyómeder lefűződése, feltöltődése során jött létre. Lankás szegéllyel kapcsolódik a környező mezőgazdasági területekhez. Az ármentesítéssel és a vízgyűjtő terület pusztulásával megszűnt a terület természetes vízpótlása. Az így kialakult helyzetet tovább rontotta, hogy az elmúlt években elvégzett melioráció során a maradék vizeket is elvezették. Ha eltekintünk az árvizek elmaradása miatti – egyébként sokat vitatott – vízveszteségektől, a természetes vízgyűjtő terület pusztulása következtében a századforduló óta az összefutó csapadékvíz mennyisége hozzávetőlegesen ötödére csökkent. Idősebb egyeki emberek elbeszélései szerint a 1920–30-as években, amikor a Csattaggal közvetlenül érintkező területeken még nem voltak szántók, a gulya nyár derekáig a mocsárra járt le inni. A mélyebb részekben pedig mindig megmaradt annyi víz, ahol a halak átvészelték a száraz nyarakat is. Esős időszakokban olyan magas vízállás is kialakulhatott, hogy a mocsarat övező legelők is víz alá kerültek és a csordakútból vesszőkosárral lehetett összefogni az óriási tömegben összegyűlő réticsíkot. Ennek az időszaknak az emlékét őrzi a Csík-kút név is. A mocsarat nagyobb kiterjedésű legelők szegélyezték, jelentős állatállománnyal. A mocsár rétzónájának legeltetése hozta létre azt a speciális, napjainkra teljesen eltűnt alföldi élőhelyet, amit „legelő-tónak” nevezünk. Erre az élőhelyre jellemzőek voltak a kopár, erodálódott partok, amelyek nagyon értékes élővilágnak adtak otthont.

A Csattag-mocsár, ha kisebb foltokban is, de megőrizte a Hortobágy minden jellegzetes szikes réti, mocsári növénytakarását. A rét zónát a szikes pusztai, szikfoki növényzet változatos mozaikja kísérte, és kíséri még ma is. A mocsarat nagyobb kiterjedésű legelők szegélyezték, jelentős állatállománnyal.

Ma a mocsár legnagyobb területet borító vegetációtípusa a nádas. Kiterjedt állományait rendszeresen aratják. A vízhiány kedvezett az ipari nád minőségének. A kedvezőtlen környezeti viszonyok között nádfedésre igen alkalmas, a nyugati piacon keresett vékony, rövidszálú nád nevelkedik. A mocsár belsejében több hektáros foltokban jelenik meg a vízi harmatkása, a keskeny- és széles levelű gyékény. Kiterjedtek a szikes mocsarakat jellemző zsióka foltok is. A Csattag keleti peremén széles sávot alkotnak a magas hozamú ecsetpázsitos szikes rétek.

A Csattag-mocsár a Meggyes-laposon keresztül áll kapcsolatban az Egyek–Pusztakócsi mocsarak déli ágaival. Az a mederszakasz, amely a Csattag északi részét a Fekete-réttel összekapcsolta, mára teljesen feltöltődött, mezőgazdasági művelés alá vonták. A Csattag területén okozott legnagyobb problémát a vízhiány. A rehabilitációt megelőző tíz év során az eredeti élővilágot óriási veszteség érte.

6. A Fekete-rét

Észak-déli átlója három kilométer, a mocsarat kelet-nyugati irányban keresztelő majdnem egyenes csónakút hossza kétezerháromszáz méter. Területe mintegy hatszáz hektár, amelyből a rendszeresen vízzel borított felület meghaladja a négyszáz hektárt.

A Fekete-rét a Tisza mellékágai által épített észak-déli lefutású övzatonysorok között fekszik. Egyik ilyen hosszú hát választja el a Fekete-rétet a Kis-Jusztus-mocsártól, amelyen a valamikori Egyek-Nagyiváni út vezetett át. A Tisza szabályozása és a szántóföldi gazdálkodás előretörése ezt a helyenként igen mély mocsárárat is végveszélybe sodorta. Napjainkra erősen feltöltődött, természetes vízgyűjtője feldarabolódott. A Fekete-rét egy valamikori állandó mocsárból alakult át, s vált egy időszakos mocsárnak is alig mondható élőhelyé. Vízborítása leginkább hóolvadásból és tavaszi csapadékból táplálkozott. Legnagyobb része szárazon állt és a rétzóna előretörése jellemezte.¹⁷

Az Egyek-Pusztakócsi mocsarak rehabilitációja itt, a rendszer legnagyobb és legváltozatosabb pontján indult el a nemzeti park alapítása után három évvel. A rehabilitáció során olyan szemisztatikus nyíltvízes élőhely alakult ki, amelynek mélysége a valamikori hortobágyi vízfolyások, ősmedrek mélységét utánozza.

7. A Kis-Jusztus-mocsár

Az Egyek-Pusztakócsi mocsárvilág tengelyében húzódó hosszú, megjelzésében az ősmeder jelleget ma is őrző terület. Hossza 3,5 kilométer, szélessége 2-300 méter, északi harmadán ennél is keskenyebb. Területe a száraz gyepeket, és a csak igen rövid ideig vízzel borított területeket leszámítva mintegy hetvenöt hektár.

A mederbe keskeny csatornát kotortak, amely a Sarkad-éren keresztül a Kunkápolnási-mocsárral teremt kapcsolatot. A Fekete-rét lecsapoló csatornája a Kis-Jusztushoz hozzávetőlegesen annak felező vonala körül csatlakozik. Ez az összeköttetés teremtette meg 1992-ben a rehabilitáció lehetőségét. A Kis-Jusztus déli oldalán gát védi az utat az elöntéstől. Az itt kiépített zsilip biztosítja a víz visszatartását a területen. A Fekete-réten keresztül vagy a rét lecsapoló vizének a felhasználásával biztosítható a Jusztus vízellátása.

A terület keleti oldalát egy magasabb mezőgazdasági művelés alatt álló hát szegélyezi, amelynek legmagasabb pontja hét méterrel emelkedik a mocsár legmélyebb pontja fölé. A keleti oldal viszonylag meredeken lejt a mocsárra. Ennek a lejtőnek alsó teraszlépcsőjén halad az egyeki út, amely észak-déli irányban átszeli a mocsárvilágot. A Kis-Jusztus nyugati oldalán lankásabb és meredekebb partszakaszok váltakoznak, szélesebb rétzónával. Különösen a Fekete-rét lecsapoló zsilipjétől nyugatra, illetve északra vannak a mocsárnak nagyobb kiterülései, ahol a szélesebb rétség száraz szikespusztai gyepekkel és szántókkal érintkezik.

Az 1992-es feltöltés előtt erősen degradálódott, fajszegény száraz szikespusztai társulások uralták a területet. A növényzet összetétele, sajátos mozaikszerkezete így is a vízi eredetre emlékeztetett. A száraz gyepekben kis foltokban vagy a pusztai fajokkal keveredve a nedves rétek növényei is jelen voltak, sőt a mélyebb padkaközökben nagy területeken szikes mocsári növények helyettesítették a szikfoki fajokat. Valószínű, hogy a terület fajszegénységéhez hozzájárult a mezőgazdasági területek közelsége, a műtrágyák és növényvédő szerek bemosódása. Ez az erősen degradált terület, ahol az előzetes felmérések olyan jelentősebb természeti értéket nem regisztráltak, amit a feltöltés elpusztíthatott volna, igen kedvező feltételeket kínált a természetvédelmi rehabilitációra.

Feltöltése során a csatorna nyomvonalát és a töltésen kívüli keskeny sávot kivéve – ahol a vízmélység elérte az egy métert – a sekély, legfeljebb tíz-húsz centiméter mélységű vízborítások dominálnak. Egy tiszai áradást utánzó tavaszi feltöltést követően a mocsarat – lehetőleg a nyár második felére, július-augusztus fordulójára – hagyni kell kiszáradni. A mocsárnak ez a darabja, ellentétben a Fekete-réttel a hortobágyi kiszáradó mocsarak típusát hivatott megőrizni.

A terület természetvédelmi értékei

Az Egyek-Pusztakócsi mocsarak területén a Hortobágy legjellemzőbb élőhely-típusai és növényegyüttesei viszonylag kis helyen koncentrálnak. A Tisza és mellékágai által épített övzátonysorokkal tagolt felszín feltűnően eltér a hortobágyi pusztákétól. Padkás, nedves szikfoki társulásokkal mozaikot alkotó rétek, száraz szikespusztai gyepekkel érintkező mocsarak, kopár foltok, löszgyep maradványok, kisebb erdőfoltok teszik változatossá a tájat. A lankás partú vagy meredekebb lefutású hátaik közé szikes mocsarak ékelődnek. A Meggyes délkeleti partvonala vakszikes foltokkal tarkított szikes gyeppen folytatódik. A Villongó és a Tarhos változatos, a délkeleti peremén erősen padkásodott sziki gyepekkel, szikfok növényzettel, vakszikes foltokkal, apró löszgyep fragmentumokkal határolt területének szép kifejlődésű padkás felszíni mikroformái emlékeztetnek csak a hortobágyi szikes pusztákra. A terület eredeti növénytakarója valószínűleg egyesítette a Tiszát kísérő morotvák és a Hortobágyra jellemző különböző vízállások, állandó és kiszáradó mocsarak sajátosságait.

A mocsarak jelentős részét nádasok (*Scirpo-Phragmitetum*) borítják. Különösen értékesek azok az állományok, ahol a nád keskeny- és széleslevelű gyékénnyel (*Typha angustifolia*, *T. latifolia*), tavi kákával (*Schoenoplectus lacustris*) együtt jelenik meg. Kiterjedt nádasállományok borítják a Fekete-rétet, valamint a Meggyes-lapos és a Csattag területét is, kisebb foltokban azon-

ban valamennyi mocsárban jelen vannak. A legszélsőségebb vízjárású kiszáradó mocsárban, a Kis-Jusztusban is akad pár olyan nádfolt, melyekben még bölömbika is megtelepszik.

A mocsarak nyíltvízes tisztásainak domináns hínárnövényei a tócsagaz (*Ceratophyllum* spp.), a süllőhínár (*Myriophyllum* spp.), a békaszőlő (*Potamogeton* spp.), a rucaöröm (*Salvinia natans*), a keresztes békalencse (*Lemna trisulca*), a hínáros víziboglárka (*Ranunculus trichophyllus*), a békatutaj (*Hydrocharis morsus-ranae*), és sűrű állományokat alkot a víziboglárka (*Ranunculus aquatilis*). A Fekete-rét csónakútjain és belső tisztásain egyre nagyobb vízfelületet borítanak kiterülő levelű hinarak: a tündérróza (*Nymphaea alba*), a vízitök (*Nuphar luteum*) és nagy mennyiségben a tündérfátyol (*Nymphoides peltata*). Kolokán (*Stratiotes aloides*) csak a Fekete-rét feltöltő csatornájában található, állománya gyarapszik. A sulyom (*Trapa natans*) sűrű állományban nő a Fekete-rétben. A Kis-Jusztusban már a feltöltés első évében megjelent. A rence (*Utricularia vulgaris*) nem csak a Fekete-rétben tömeges, de már árasztásának első évében feltűnően nagy mennyiségben jelent meg a Meggyes-laposban. A mélyebb zsombékok közeiben és a csatornában a Kis-Jusztusban is megtalálható. A rucaöröm, a békatutaj és a rence 1998-ban (a feltöltés második évében) jelentek meg az új feltöltő csatornában. Vízimoha (*Fontinalis antipyretica*) a legtöbb mocsárban előfordul.

A mocsarak széles- és keskenylevelű gyékényes foltjai mellett vízi haratkása (*Glyceria maxima*) és réti haratkása (*Glyceria fluitans*) állományok a Meggyesben alkotnak több hektáros mozaikos foltokat. A Hagymásban maradt fenn – sajnos a rehabilitációs beavatkozások előtti aszályos időszakban gyors pusztulásnak indult – a mocsárvilág legfajgazdagabb, vízi haratkásás zsombékosokkal mozaikszerkezetet alkotó mocsárrétje. Mocsári nőszirm (*Iris pseudacorus*) állománya legnagyobb a Hortobágyon. A Hagymás-lapos hortobágyi viszonylatban egyedülállóan gazdag sásrétjében öt gyakoribb sásfaj (*Carex riparia*, *C. gracilis*, *C. acutiformis*, *C. vulpina*, *C. melanostachia*) mellett nagyobb állományokat alkot az Alföldön szórványos¹⁸ és a Hortobágyon egyedül itt előforduló kétsoros sás (*Carex disticha*), adatunk a faj első hortobágyi észlelése. Sásrétjében tömeges a mocsári kutyatej (*Euphorbia palustris*) is. A Hagymásban a sás-zsombékok közeiben, a Fekete-rét északi szegélyzónájában előfordul a Hortobágyon csak szórványos buglyos boglárka (*Ranunculus polyphyllus*).

A szikes mocsarakban (*Bolboschoenion maritimi continentale*), a Csattagban és a Meggyesben megtalálható a kiséfészű aszat (*Cirsium brachycephalum*). Kiterjedtek a zsiókás (*Bolboschoenus maritimus*) foltok. A szikes mocsarakat övező szikes rétek (*Beckmannia eruciformis*) többnyire csak kisebb töredékek formájában maradtak meg, sziki őszirózsával (*Aster tripolium*), réti peremizzsel (*Inula britannica*), vesszős füzénnyel (*Lythrum virgatum*), virágkákával (*Butomus umbellatus*). A Csattag keleti peremén széles

sávot alkotnak az ecsetpázsitos szikes rétek (*Agrostio-Alopecuretum pratensis*). A szikes réti növényzet teljes változatosságát csak a Hagymás-lapos őrizte meg. Különösen az ecsetpázsitos (*Agrostio-Alopecuretum pratensis*) és csetkákás (*Agrostio-eleochariti-Alopecuretum geniculati*) szikes rétek kiterjedése jelentős, de kisebb foltok formájában mindenütt megtalálható a hernyópázsitos (*Agrostio-Beckmannietum*) és a harmatkásás szikes (*Agrosti-Glycerietum poiformis*) rét is.

A szikes mocsári és szikes réti társulások szegélyzónájának iszapfelszínén, az aktuális vízviszonyoktól függő rendszertelen hirtelenséggel jelennek meg egyes érdekesebb iszaptársulás (*Nanocyperion*) fajok. Pocsolyalátonya (*Elatine alsinastrum*) a Hagymás szegélyzónájában, változó helyeken és mennyiségben fordul elő, 1998-ban henye kákaival (*Schoenoplectus supinus*) és viszonylag nagyobb mennyiségben, az egyik kisebb Meggyes-ág (Meggyes-II.) belső, kiszáradó iszapos foltján, 1998-ban a Csattag frissen víz alá került, lenge náddal benőtt rét-gyep szegélyében, itt szintén henye kákaival együtt. Magyar látonya (*Elatine hungarica*) a Hagymás déli részében,¹⁹ a Csattagban pocsolyalátonyával együtt került elő.

A mocsarak közé veresnadrág csenkeszes szikes pusztai gyepek (*Festucion pseudovinae*) ékelődnek, legjellemzőbb a cickafarkos füves puszta (*Achilleo-Festucetum pseudovinae*). A szikes gyepekben tömeges a sóvirág (*Limonium gmelini*). Kiterjedt foltokat alkot a szikfoki növényzet (*Puccinellion limosae*) is. Társulásai közül főleg a mézpázsitos szikfok társulás (*Puccinellietum limosae*) jellemző, de több vakszikos folt (*Camphorosmetum annuae*) is található. A peremterületek csenkesz gyepeibe benyúló szikerekben kisebb területeket borít a kígyófark-vékonyka útifű szikfoki társulás (*Pholiuro-Plantaginetum tenuiflorae*).

A többnyire mezőgazdasági művelésbe vont hátaikon sajnos már csak kisebb barázdált csenkeszes löszgyep (*Salvio-Festucetum rupicolae*) töredékek maradtak fenn, osztrák- és ligeti zsályával (*Salvia austriaca et nemorosa*), lila ökörfarkkóróval (*Verbascum phoeniceum*), néhol hibrid gyújtóványfűvel (*Linaria kochianovichii*). A Meggyes nyugati oldalán húzódó háton viszonylag nagy kakukkfű (*Thymus marschallianus*) foltok találhatóak. A mocsár túloldali partvonalának magaslatán a pár éve leégett és újrasarjadó fiatal akácos aljnövényzete degradált szárazgyep tejoltó galajjal (*Galium verum*), spárgával (*Asparagus officinalis*). A Hagymás-mocsarat szegélyező, magasabban fekvő gyepekben még megtalálható a magyar szegfű (*Dianthus pontederæ*). A Meggyes-lapostól délre macskahere (*Phlomis tuberosa*) három (10-20 m² kiterjedésű) foltban maradt fenn. A Kis-Jusztus-mocsár és a Meggyes-lapos között húzódó hátaikon található az ország – valószínűleg – legnagyobb medúzafű (*Taeniatherum caput-medusae*) állománya. A szántóföldi művelés nem kímélte a kurgánokat sem, így löszgyep növényzetük sajnos csak néhány halmon maradt meg, degradált állapotban, taréjos tarackbúza (*Agropyron pectina-*

tum) nagyobb állományával a Filagória-halmon és a Földvár-halmon találkozhatunk.

A szántóföldi gazdálkodás szinte teljesen elpusztította a terület különböző pusztai élőhelyeit, a mocsarakat övező rét és gyepezőna több helyen csak töredékekben maradt fenn. Valószínű, hogy a terület növénytársulásainak viszonylagos fajszerzettségéhez a Tisza szabályozása után végbemenő változásokon túl hozzájárult a mezőgazdasági területek közelsége, a műtrágyák és növényvédő szerek bemosódása is. A mocsári, réti társulásoknak csak a legnagyobb alkalmazkodóképességű fajai tudták átvészelni a környezeti adottságok tartós és kedvezőtlen megváltozását.

A mocsárrendszer 1855 és 1866 közötti, valamint 2001. évi állapotának térinformatikai elemzése

A hatékony tájleptékű ökológiai vizsgálatok meghatározó eleme a táj fejlődésének történeti értékelése. Át kell tekinteni a természeti folyamatok tájleptékű hatásait és értékelnünk kell az antropogén hatások jellegét. Ezért a tájrehabilitációs tevékenység fontos eleme a korábbi térképi anyagok, irattári információk és írásos emlékek feldolgozása. Ezeknek az ismereteknek a birtokában az egyes háttéranyagok elemzésével tervezhetjük meg azokat a rehabilitációs változtatásokat, amelyek végrehajtása esetén reményünk lehet arra, hogy tájaink változatos, mozaikos térszerkezete visszaalakuljon eredeti formájába. Tájrehabilitációs tervünket két digitális térkép elkészítése, valamint a digitalizált térkép adatainak elemzése után alakítottuk ki.

Az I., II., és a III. katonai felmérés térképanyagának átnézése, információ-tartalmának gondos mérlegelése után úgy döntöttünk, hogy a II. katonai felmérés eredményeit használva elemezzük az akkori térképet, illetve ennek segítségével mutatjuk be az elmúlt évszázadban lejátszódott tájszintű változásokat. Az I. katonai felmérés 1783-ban készült, de – bár az akkori igényeket kielégítette – számunkra annyira pontatlannak bizonyult, hogy nem volt alkalmas az akkori és a mostani állapot megnyugtató összehasonlítására. Ez a térkép inkább néhány általános információt tartalmaz. Az 1856 és 1866 között végrehajtott II. katonai felmérés során az egyek-pusztakócsi területet bemutató térképek pontos háromszögelési pontokon alapuló geodéziai felméréssel készültek. A térképlapok színesek, így az egyes területhasználati módok jól azonosíthatók. Az egyes szelvényeken elegendő információt (például kunhalmok, tanyák, Sóút) találtunk ahhoz, hogy a térképet megnyugtató pontossággal digitalizálhassuk. A III. katonai felmérést 1883-ban végezték. A térképek – a II. katonai felméréshez hasonlóan – szintén háromszögelési pontokon alapszanak. Ez a térkép azonban csak fekete-fehér, így az egyes „foltok” nehezen azonosíthatók, és a két felmérés ideje között csupán 20 év telt el.

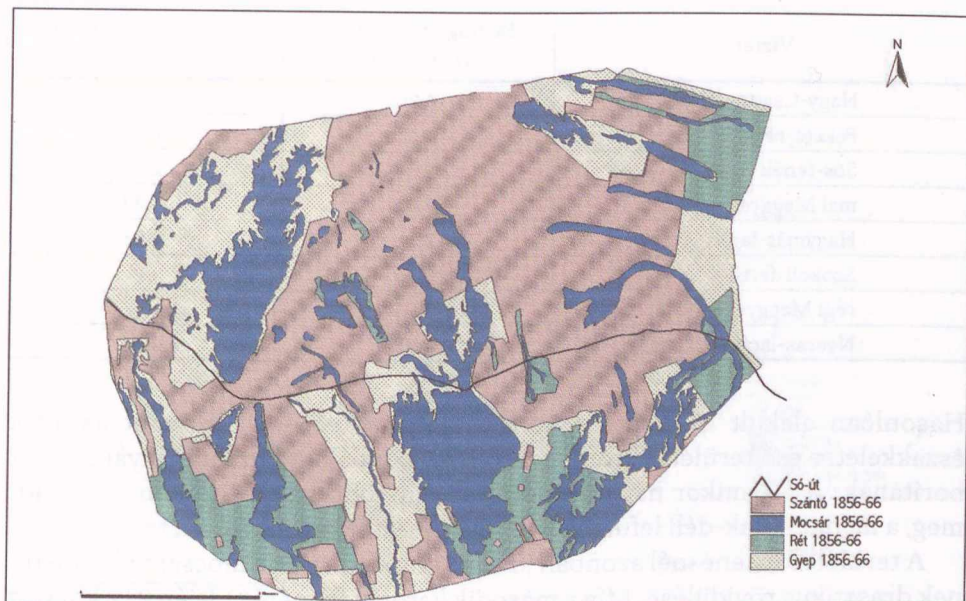
Az egyek–pusztakócsi terület letapogató (szkennelő) jellegű bejárása után, valamint a SPOT–4 műhold úrfelvételének felhasználásával elkészítettük a terület digitális térképét. Felmérési eredményeink a 2001. tavaszi állapotot tükrözik. A térkép elkészítésénél arra törekedtünk, hogy az egyes területhasználati módok pontos határait rögzítve, egy áttekintő képet alkothassunk a területről. A II. katonai felvételt (1856–66), illetve a jelenlegi állapotot (2001) bemutató átnézeti térképek digitális változatát ArcView 3.2 programcsomaggal készítettük. A digitális térképek adatainak statisztikai elemzése MS Excel 7.0, térinformatikai feldolgozása pedig ArcView GIS 3.2 programcsomag felhasználásával készült.

Már az 1856–66-os időszakban is kiterjedt szántók jellemezték a területet, mert a teljes terület (7570 ha) majdnem felét (3398 ha) hasznosították ilyen formában az ott élők (77. ábra). A 2001. évi felmérés adatainak elemzése során bebizonyosodott, hogy az Egyek–Pusztakócsi területen a szántók kiterjedése (3647 ha) messzemenően felülmúlja mind a mocsár, mind a gyepek és a rétek által borított területeket (78. ábra). Összevetve a két felmérés eredményeit megállapítható, hogy az elmúlt 150 évben a szántóterületek tovább növekedtek (250 hektárral gyarapodtak). Ezzel szemben a mocsaras területek nagysága (1856 és 1866 között 1666 ha) csaknem 500 hektárral fogyatkozott meg (jelenleg 1144 ha), mely közel 25%-os területi csökkenést jelent. Különösen szembetűnő a Nagy-Csattag-fertő, a régi Meggyes-lapos és a Szokoli-fertő területének drasztikus csökkenése. Korábban a Fekete-, a Széles-rét, valamint a Fekete-rét-lapos egymásba kapcsolódó rendszert alkotva (mai Fekete-rét, illetve Bögő-lapos) közös mederben helyezkedett el. A meder északkeleti része hármasszerűen terült szét. Ennek középső része (ma Bögő-lapos) maradt meg legépebben, míg a legkeletibb szárny teljesen megsemmisült. Ez a meder-rész kisebb szakaszokon ma belvizes szántó, helyenként mocsaras foltokkal. A mocsaras élőhelyek eltűnése, területük drasztikus csökkentése (például lecsapolás, kiszáritás, csatornázás) pontosan a Hortobágy egyik legértékesebb kincsének, a hajdani kiterjedt, igen mozaikos mocsárvilágnak az eltűnését vetíti elénk. A gyepek területe 1694 ha-ról 2128 ha-ra nőtt. Ennek egyrészt a mocsarak lecsapolásából eredő gyepterület-növekedés, másrészt – ezzel szoros összefüggésben – a nedves rétek kiszáritása, illetve szárazabb gyeppé alakulása lehet az egyik oka (vö.: 81. és 82. ábra).

Az egykoron gyepel körüloelt mocsarakat lecsapolták, medrük így több kisebb darabra szakadt. A Szokoli-fertő (II. katonai felvételezéskor még 113 ha), valamint a Meggyes-lapos (II. katonai térképen 182 ha területű volt, a ma Hajdú-fenékként ismert terület nem egyezik meg a mocsárrendszer nyugati részén található Meggyes-lapossal) szinte teljesen megsemmisült. Jelenleg a Szokoli-fertő (mai nevén Tarhos-lapos, illetve az attól északra eső területek) medrének vízzel borított maradványai 20,7 ha területen helyezkednek el, tehát a mocsaras terület napjainkra az 1856–66-os állapot hatodára csökkent.

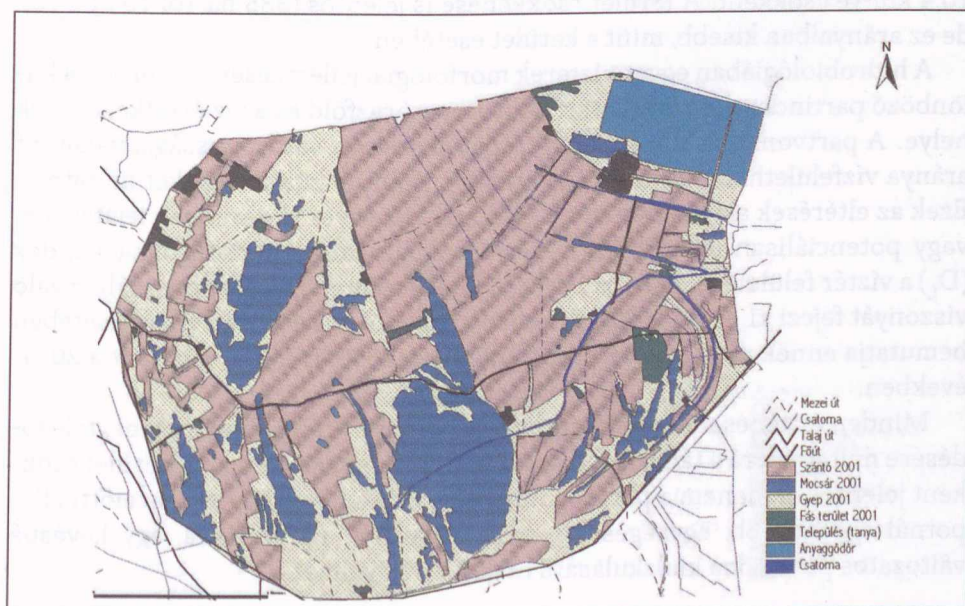
77. ábra

**Az Egyek-Pusztakócs területén jellemző területhasználati módok
1856 és 1866 között**



78. ábra

**Az Egyek-Pusztakócs területén jellemző területhasználati módok
2001-ben**



A part tagoltsági index (D_L) alakulása néhány Egyek-Pusztakócsi vizes élőhely estében a II. katonai felvételezés idején, valamint 2001-ben

Víztér	Parttagoltsági index 1856–1866	Parttagoltsági index 2001
Nagy-Csattag-fertő	4,20	2,12
Fekete-rét	4,41	2,75
Sós-fenék	2,58	2,20
mai Meggyes-lapos	3,02	1,87
Hagymás-lapos	3,15	2,63
Szokoli-fertő	3,91	–
régi Meggyes-lapos	5,95	–
Nyaras-lapos	2,78	1,53

Hasonlóan alakult a Meggyes-lapos* (ma Hajdú-fenék, valamint az attól északra fekvő területek) sorsa is. Foltokban található maradványai 94 ha-t borítanak. A valamikor nagy területű mocsár több kisebb darabban maradt meg, a meder észak-déli lefutású ívét teljes mértékben csatornázták.

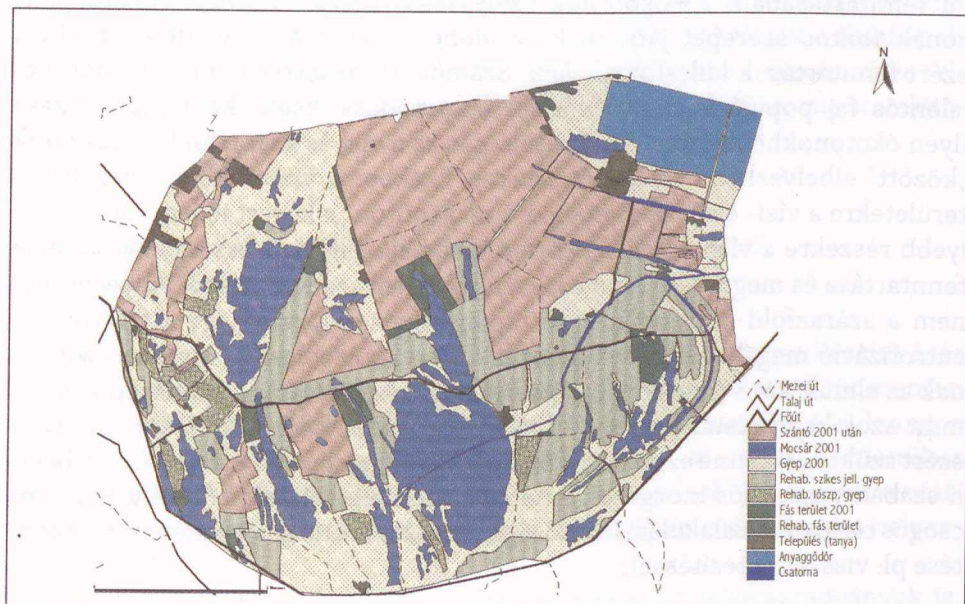
A területcsökkenésnél azonban jóval jelentősebb volt a mocsarak kerületének drasztikus rövidülése. Míg a második katonai felmérés idején 212 km volt a mocsaras foltok összkörlete, addig napjainkra az majdnem a felére (128 km-re) redukálódott (85–86. ábra). Különösen jól tanulmányozható ez a Nagy-Csattag-fertő esetében, ahol az 1856–66 közötti kerület 2001-re 27,2 km-ről 10,4 km-re csökkent. A terület csökkenése is jelentős (335 ha-ról 194 ha-ra), de ez arányaiban kisebb, mint a kerület esetében.

A hidrobiológiában egyes vízterek morfológiai jellemzésénél elterjedt a különböző partindexek használata.²⁰ A part a szárazföld és a víz érintkezésének helye. A partvonal alakulása, tagoltsága, hossza és változatossága, valamint aránya vízfelülethez, vagy a víztérfogathoz jelentős különbségeket mutathat. Ezek az eltérések alapvetően meghatározzák az egyes vízterekben lejátszódó, vagy potenciálisan lejátszódni képes folyamatokat. A part tagoltsági index (D_L) a víztér felületével azonos területű kör kerületének a part hosszához való viszonyát fejezi ki. A 38. táblázat néhány nagyobb kiterjedésű víztér esetében bemutatja ennek az indexnek az alakulását az 1856 és 1866, valamint a 2001. években.

Minden víztér esetében a D_L index csökkenésére, alkalmanként megfelelő mértékűre mutatnak rá a táblázat adatai. Azaz nem csupán a terület, kerület csökkent jelentősen, hanem a part tagoltsága is. Ez pedig a 150 évvel ezelőtti állapothoz képest egyenesebb, egységesebb, azaz „sivárabb” partvonalra, egy kevésbé változatos parti zóna kialakulására hívja fel a figyelmet.

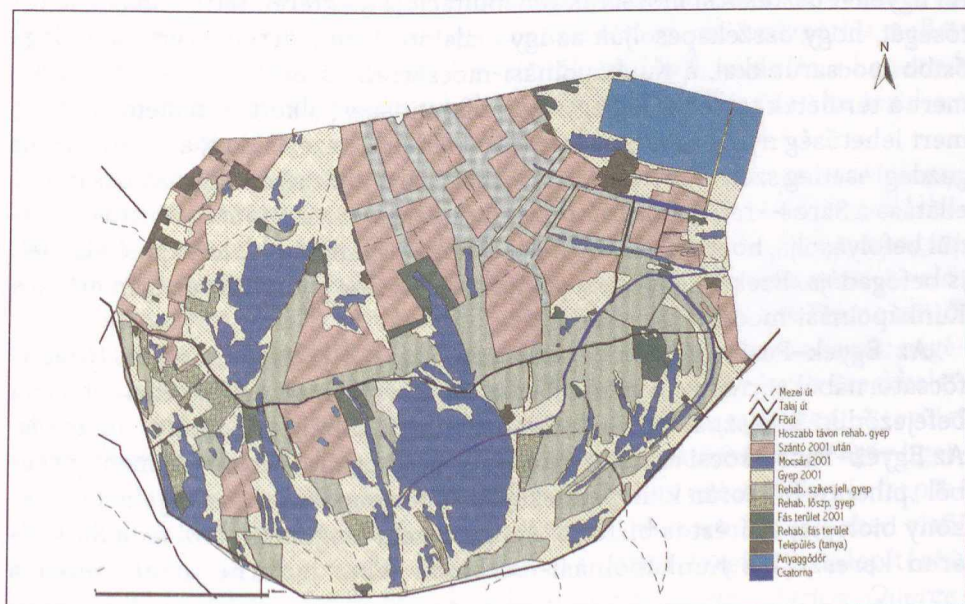
79. ábra

**Az Egyek–Pusztakócs területén jellemző területhasználati módok
a tájrehabilitáció első lépésében**



80. ábra

**Az Egyek–Pusztakócs területén jellemző területhasználati módok
a tájrehabilitáció második lépésében**



Az elmúlt 200 év „vízrendezési” tevékenységével pontosan azokat a sávokat (átmeneti zónákat, azaz ökotonokat) rövidítették, szűkítették le, esetenként tüntették el, melyek fontos szerepet játszanak a közösségek hosszabb távú fenntartásában. Az ökotonok szélessége nagyon változó. Az átmeneti zónák fontos szerepet játszanak az élőhelyi változatosság megőrzésében, ezért fenntartásuk kulcsfontosságú. Számos természetvédelmi szempontból jelentős faj populációjának túlélése, szaporodása, esetenként táplálkozása ilyen ökotonokhoz kötött. Különösen igaz ez a vízi és szárazföldi rendszerek „között” elhelyezkedő vizes élőhelyekre. Ezekben a vízterekben a sekélyebb területekre a vízi- és az obligát emerz makrofitonok kevert jellege, míg a mélyebb részekre a vízi szervezetek dominanciája jellemző. Az átmeneti zónák fenntartása és megőrzése nem csak a fajvédelem szempontjából lényeges, hanem a szárazföld felől bemosódó tápanyag visszatartása, így a felgyorsuló eutrofizáció megakadályozása miatt is hasznos. Ezeknek az átmeneti zónáknak az elmúlt két évszázadban tapasztalt csökkenése az élő rendszerek, valamint azok kapcsolatának nagyfokú károsodásához vezetett. Hosszabb távon ezért szükséges lenne ezeknek a zónáknak a visszaalakítására, a sávokon belüli szabad vegetációs mozgások lehetőségének biztosítására (sekély, parti tocsogós területek kialakulási lehetősége, a beszorítottság mértékének csökkentése pl. visszagyepesítéssel).

Térségi kapcsolatok helyreállítása

Az Egyek-Pusztakócsi mocsarak rehabilitációja megteremtette annak a lehetőségét, hogy összekapcsoljuk az így kialakított mocsárrendszert egyik legősibb mocsarunkkal, a Kunkápolnási-mocsárral. Ez nem csak azért fontos, mert a területek történetileg egységes vízrendszert alkottak, hanem azért is, mert lehetőség nyílik egységes természetvédelmi kezelésükre, a tápanyagban gazdag, esetleg szennyezett vizek távoltartására. A Kunkápolnási-mocsár vízellátása a Sáros-éren keresztül történik. A Sáros-ér vízminőségét kedvezőtlenül befolyásolja, hogy belvíz beemeléseknek és a halastavak lecsapoló vizének is befogadója. Ezek a nagy tápanyagterhelésű vizek gyorsítják az igen értékes Kunkápolnási-mocsár eutrofizációját.

Az Egyek-Pusztakócsi mocsarak vízpótlása a jó vízminőségű Nyugati-főcsatornából történik. Amennyiben a mocsárrendszer teljes rehabilitációja befejeződik, kihasználható a terület előülepítő, biológiai szűrő funkciója. Az Egyek-Pusztakócsi mocsárrendszerbe betározható többlet vízmennyiségből „pihentetés” során kiülednek a lebegő anyagok, s a dús vegetáció hatékony biológiai szűrést is biztosít. Az így kezelt, megtisztított vizet a Sarkad-éren keresztül a Kunkápolnási-mocsárba lehet juttatni, amennyiben a

Mérgező-éren duzzasztó zsilip épül, és ha kizárjuk a Tiszafüred térségéből érkező, tápanyagokban gazdag mezőgazdasági csorgalékvizet, belvizek hatását.

Az így kialakított egységes rendszer lehetővé teszi, hogy a vízszint ingadoztatásával, egyes mocsárágak időnkénti kiszáritásával a Tisza szabályozás előtti vízjárását utánozzuk, illetve jelentős mértékben javítsuk a Kunkápolnási-mocsár feltöltő vizének minőségét. Természetesen az egységesítés teljessé tételéhez szükség van a Sarkad–Mérgező–Sároséri-főcsatorna átalakítására is.

Javaslat az egyek–pusztakócsi terület két lépésben történő tájrehabilitációjára

A tájrehabilitáció első lépésében – figyelembe véve a korábban készült I. és II. katonai felvételezés térképeinek információit – javasoljuk a Sóút mentén található szántóterületek visszagyepesítését. Különösen fontos lenne a Sóúttól délre eső mocsár- és gyepterületek növelése, hiszen itt a valamikor kiterjedt mocsárrendszer húzódott. Ebből a szempontból a legfrekvenciáltabb terület a Fekete-réttől keleti irányban, a Meggyes-erdőtől délre helyezkedik el (79. ábra).

A terepbejáráson jól kivehetők voltak az egykori medermaradványok is. Feltételezhető, hogy megfelelő vízpótlással (erre a csatornahálózat többé-kevésbé alkalmas) rövid időn belül egy változatos, térben mozaikos mocsaras élőhely alakulhatna ki. Erre reményt az elszórtan megtalálható, megfelelő fajösszetételű mocsári növényzettel rendelkező néhány vízállás (mocsárfolt), valamint a régi mederben fellelhető belvizes szántók adnak. A vízpótlás mellett – a mocsaras területek környékén – a szántókat fel kell számolni, s helyettük elő kell segíteni a szikes puszták újbóli térhódítását (ez kb. 1250 ha területet érint) (vö.: 83. ábra).

A mai Meggyes-lapos és a Hagymás-lapos környékén a geomorfológiai adottságok és a területen jelenleg is megtalálható löszgyep maradványok lehetőségét biztosítanak arra, hogy a magasabb térszíneken löszpusztagyep (*Salvia-Festucetum rupicolae*) visszatelepítésével próbálkozhassunk. Az előzetes terv szerint ez 170 ha-ra terjedne ki (79. és 83. ábra). A Fekete-réttől északnyugatra, a Sóúttól délre a Kis-Jusztus és a Meggyes-lapos északi végénél, valamint a Bögő-lapos északi sarkában, illetve a Csattag-lapos északkeleti sarkában erdősítésre is lehetőség lenne összesen 106 ha területen. A terület századforduló utáni arcához hozzátartoztak a mocsarat kísérő fűz-nyár ligeterdők, melyek mára teljesen eltűntek, helyükön kisebb akác-erdőket és fasorokat alakultak ki. Ezért javasoljuk az alacsonyabb, mocsaras térszíneken első sorban fűz-nyár ligeterdő (*Salicetum albae-fragilis*) telepítését. A magasabban elhelyezkedő részekben lösztölgyes (*Aceri-tatarico-Querce-*

tum roboris), illetve pusztai vagy löszcserjés (*Amygdaletum nanae*) telepítése lenne célszerű. A tájrehabilitációs munka első szakasza kb. 1528 ha területre terjedne ki.

A rehabilitációs munka második lépésében Sóúttól északra eső, jelenleg homogén szántóterületek feldarabolásához kellene hozzákezdeni (80. és 86. ábra). Ezt a gyepterületek további térhódításának elősegítésével lehetne legkönnyebben megoldani. Elsősorban a földutak és a csatornák mente lenne alkalmas a gyepterületek növelésére, ez a tervezet második lépésében kb. 460 ha-t érintene.

Az egyek–pusztakócsi terület hosszú távú kezelési-fenntartási javaslatai

A természetvédelmi kezelés alapfeltétele volt a terület egységes hidrológiai rehabilitációja. A terület vízrajzi állapotának rendezésével, azaz a megmaradt medrek természetes vízjárásnak megfelelő feltöltésével, a vízszint ingadoztatásával elérhető a mocsarak biológiai változatosságának hosszabb folyamatban bekövetkező részleges helyreállítása.

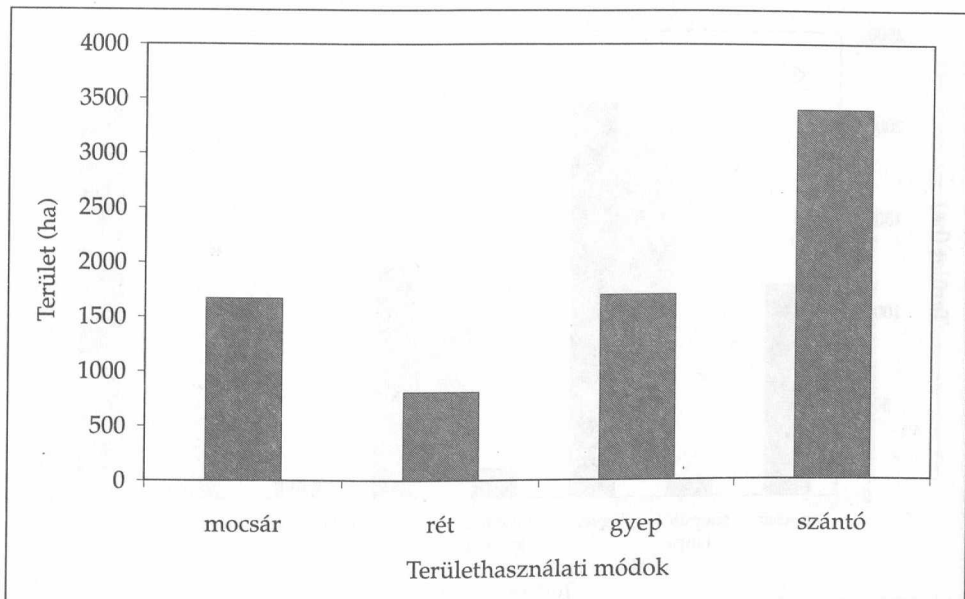
A mocsárrendszer egyes területileg is elkülöníthető darabjai természeti állapotuknál, eltérő ökológiai jellegüknél fogva eltérő természetvédelmi szerepet töltenek be. Az eltérő természeti adottságoknak köszönhetően forgószerűen végezhetőek a mocsarak természetvédelmi kezeléséhez kapcsolódó kotrások, esetleg a túlszaporodott növényzet visszaszorítását szolgáló beavatkozások. A térben ugyan elkülönült, de egységes rendszert képező mocsarak egy tagjának természetvédelmi kezelésével összefüggő átmeneti, részleges kikapcsolása, a beavatkozásokkal együtt járó zavarása esetén a rendszer többi tagja átveszi annak szerepét. A mocsarak egységes kezelésével arra is lehetőség nyílik, hogy eltérő vízszintek tartásával, a vízszint eltérő ingadoztatásával, egyes mocsarak időnkénti kiszáritásával még változatosabbá tegyük az élőhelyrendszert.

A hortobágyi mocsarak sajátos felépítésének, mozaikosságának megőrzésében alapvető természetvédelmi kezelési eszköz a vízszint ingadoztatása, ami olyan dinamikus belső egyensúlyt tart fenn, ahol a vízszintingadozás miatt állandóan változó kompetíciós viszonyok biztosítják a mozaikos állomány-szerkezet fennmaradását. A vízszint ingadozása, a kiszáradás fontos stabilizációs tényező. A vízborítás változásával más-más növényegyüttesek számára válnak kedvezővé a környezeti adottságok. Ez biztosítja, hogy tartósan egyik vegetációtípus sem tud előretörni, ami viszonylagos stabilitást eredményez.

A természetvédelmi kezelés hosszú távú célja a mocsarak, gyepek, kisebb erdőfoltok mozaikjából álló élőhelyrendszer egységes működésének, kedvező struktúrájának lehetőség szerinti helyreállítása. Ezt a gyept-, rét- és mocsárte-

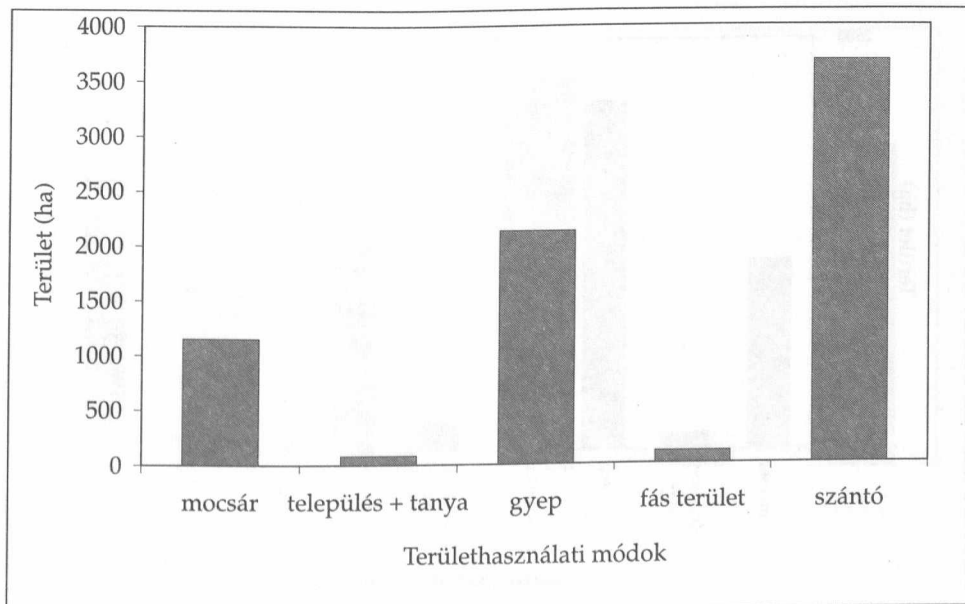
81. ábra

Az Egyek-Pusztakócs területén jellemző területhasználati módok területi megoszlása 1856 és 1866 között

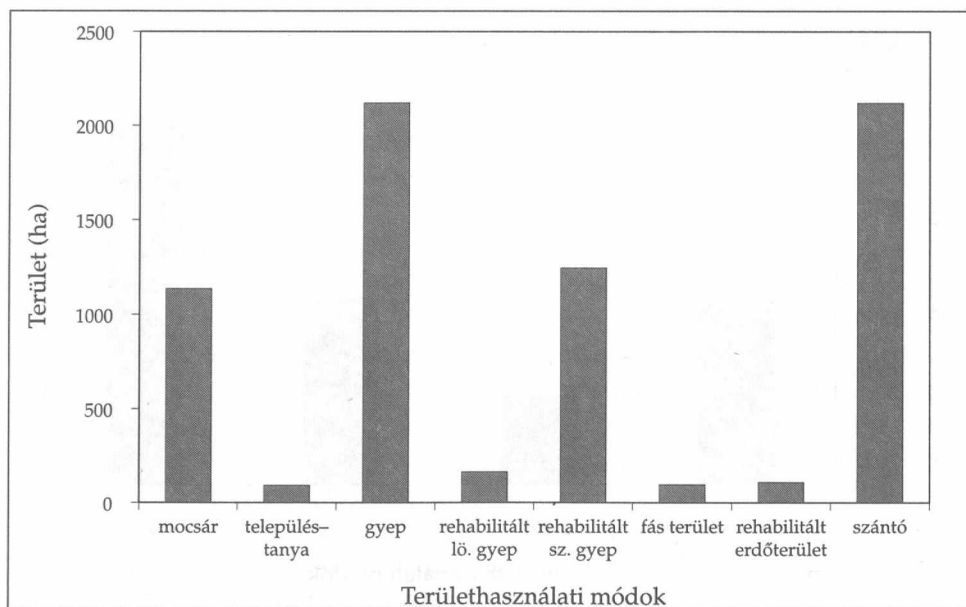


82. ábra

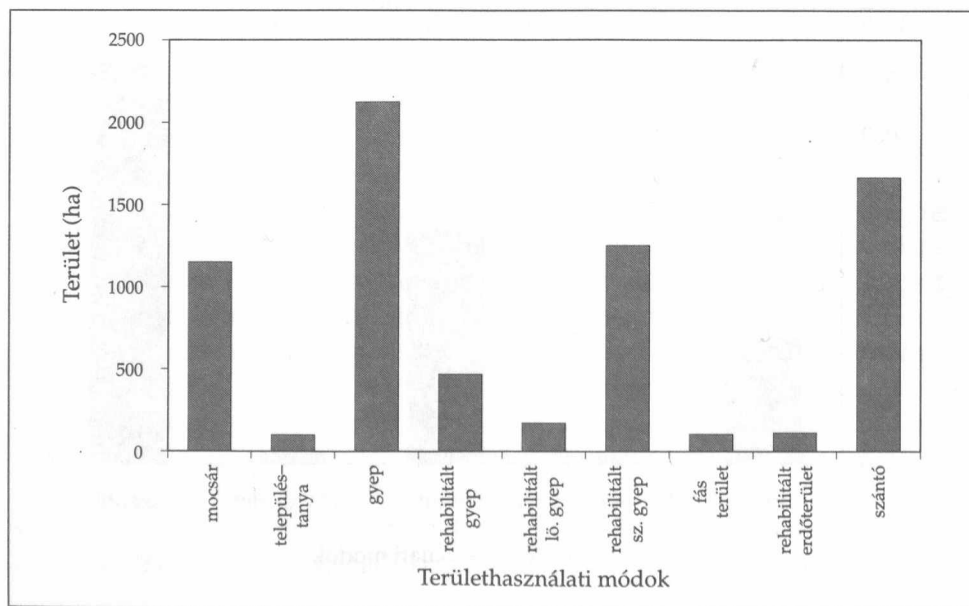
Az Egyek-Pusztakócs területén jellemző területhasználati módok területi megoszlása 2001-ben



Az Egyek–Pusztakócs területén jellemző területhasználati módok területi megoszlása a tájrekonstrukció első lépésében

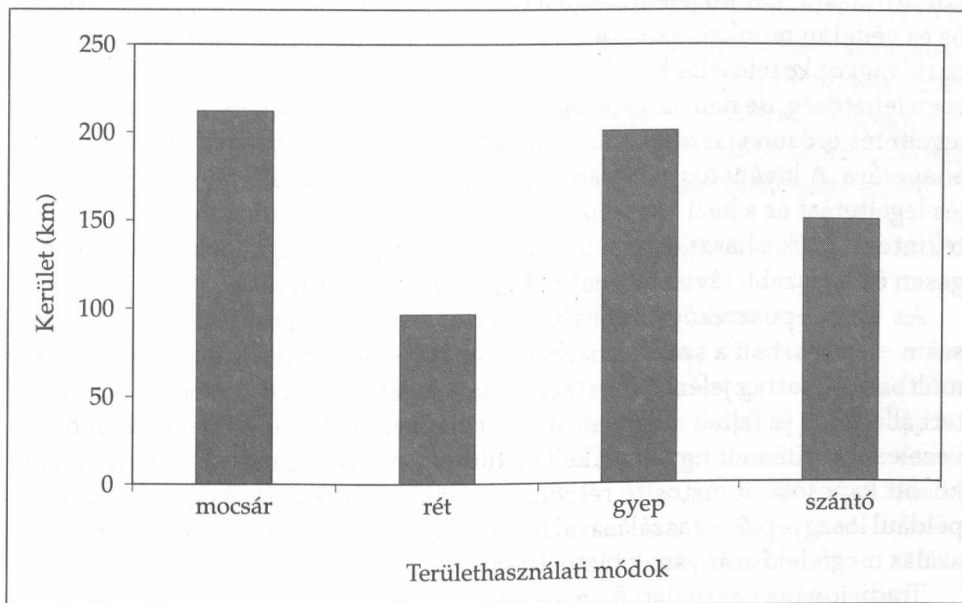


Az Egyek–Pusztakócs területén jellemző területhasználati módok területi megoszlása tájrekonstrukció második lépésében



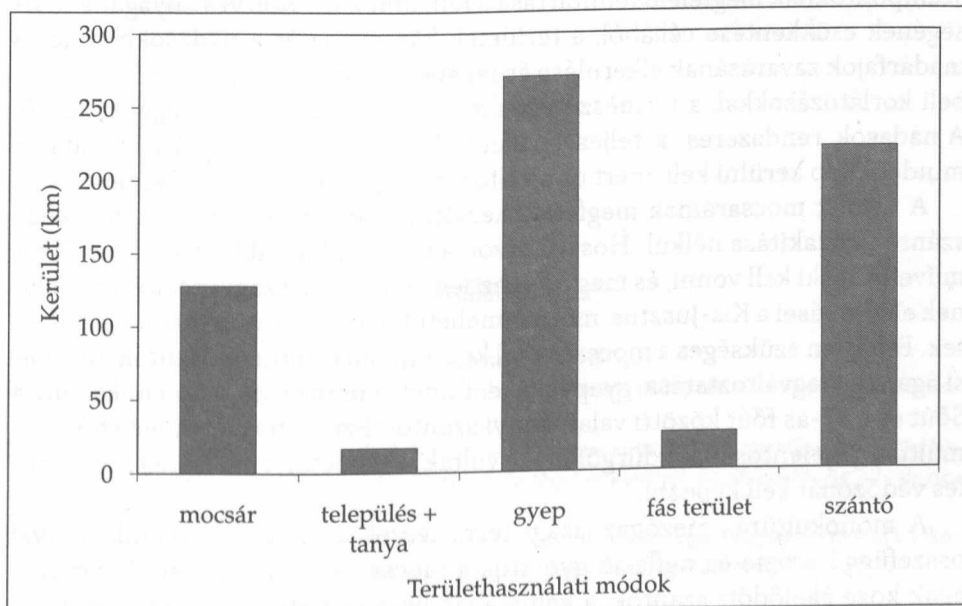
85. ábra

**Az Egyek–Pusztakócs területén jellemző területhasználati módok
kerületének alakulása 1856 és 1866 között**



86. ábra

**Az Egyek–Pusztakócs területén jellemző területhasználati módok
kerületének alakulása 2001-ben**



rületek arányának kedvező megváltoztatásával és a vízszintnek az ősi vízjárást követő szabályozásával érhetjük el.

A terület védettsége lehetőséget biztosított a mezőgazdasági tevékenység korlátozására. Döntő jelentőségű a további évek rehabilitációs, rekonstrukciós és védelmi munkája szempontjából, hogy a terület jelentős része a nemzeti park vagyonkezelésébe került. A mezőgazdaság teljes visszaszorítására nincsen lehetőség, de nem is szükséges. A tradicionális használati formák közül a legeltetés erősen visszaszorult, ami kedvezőtlenül hatott a terület természeti állapotára. A kívánatos mozaikosság helyreállításának feltétele, hogy a külterjes legeltetést és a kézi kaszálást a természetvédelmi fenntartás részének kell tekinteni. Ezek a hasznosítási formák a gazdaság jelenlegi helyzetében részlegesen és hosszabb távon állíthatók helyre ill. biztosíthatóak.

Az egyek-pusztakócsi élőhelyrendszer esetében igen fontos az állatlétszám – elsősorban a szarvasmarha-állomány – növelése, hiszen még a közelmúltban a Csattag jelentős partszakasza a legelő-tó képét mutatta. A legeltetett állatfajok és fajták megfelelő aránya alapvető feltétele a természetvédelmi kezelésnek. Kiemelt figyelmet kell fordítani a nedves és száraz élőhelytípusok között kapcsolatot biztosító rétzóna kezelésére. Egyes rét- és gyepterületek – például löszgyepek – kaszálásával fel kell hagyni. Fontos a legeltetés és kézi kaszálás megfelelő arányának biztosítása.

Tradicionális használati forma a nád és gyékény termelése. A Fekete-rét és a Meggyes-lapos legnagyobb területet borító vegetációtípusa a nádas. Kiterjedt állományait rendszeresen aratják. Aratják a Csattag és Bögő-lapos nádasait is. Ennek a használati formának bizonyos mértékű, a természetvédelmi szempontoknak megfelelő fenntartása a felhalmozódó szerves anyag mennyiségének csökkentése céljából, a területek károsítása és a nádasokban költő madárfajok zavarásának elkerülése érdekében azonban szigorú térbeli és időbeli korlátozásokkal, a természetvédelmi szempontokkal összeegyeztethető. A nádasok rendszeres, a teljes területre kiterjedő gazdasági hasznosítását mindenképp kerülni kell, mert ez a változatosság csökkenéséhez vezet.

A terület mocsarainak megfelelő kezelése nem képzelhető el a környező szántók átalakítása nélkül. Hosszú távon a szántók legalább ötven százalékát művelésből ki kell vonni, és meg kell kezdeni a hátaк visszagyepesítését, melynek első lépései a Kis-Jusztus-mocsár mellett húzódó szántón már megtörténtek. Feltétlen szükséges a mocsarakkal közvetlenül érintkező szántók művelési ágának megváltoztatása, gyepesítése. Ennek a munkának érinteni kellene a Sóút és a 33-as főút közötti valamennyi szántót. Ezek a területek még a közelmúltban is jelentős tűzokdűrgőhelyek voltak. Valamennyi mocsárág körül széles védőzónát kell képezni.

A monokultúrás mezőgazdasági termeléssel, a földek megmunkálásával összefüggő erózió és defláció gyorsítja a mocsarak feltöltődését. A mocsárágak közé ékelődött szántók, a kemikáliák használatából fakadó terhelés ré-

vén, mint szennyezőforrások hatnak a területre. A műtrágyák (nitrogén, foszfor) használata szintén gyorsítja a megmaradt mocsarak eutrofizációját. Kíváncos lenne olyan kultúrák telepítése, amelyek kevés műtrágyát és növényvédőszerrel igényelnek. A belső szántók esetében célszerű lenne a kemikáliák teljes tilalmát elrendelni, s ugyanezt a mocsárágak 500 m-es határzónájában is. A mezőgazdasági használat gyakori emberi jelenlétet kíván, ami az érzékeny fajokat zavarja. A keleti oldalon a mezőgazdasági területek felől egy belvízcsatorna csatlakozik a Fekete-rétbe. Ezt a csatornát mielőbb teljesen fel kell számolni, ami azért is szükséges, mert ez vezeti el a Tarhos-mocsár vizét.

Jegyzetek

- 1 Weller 1978.
- 2 Kovács-Láng et al. 1998.
- 3 Dévai Gy. et al. 1992.
- 4 Dunning et al. 1992.
- 5 Johnstone 1986.
- 6 Kovács-Láng et al. 1998.
- 7 Lack 1969, 1976.
- 8 Turner 1989.
- 9 Dunning et al. 1992.
- 10 Turner 1989.
- 11 Hobbs és Huenneke 1992.
- 12 Kovács-Láng et al. 1998.
- 13 Junk 1996.
- 14 Lack 1969, 1976.
- 15 Begon et al. 1990.
- 16 Dévai 1998.
- 17 Aradi 1988.
- 18 Simon 1992.
- 19 Molnár V. és Pfeiffer 1999.
- 20 Felföldy 1981.

Irodalom

- Aradi, Cs.: *A Fekete-rét vegetációja*. Kutatási jelentés, 1998. 17 p.
- Begon, M., Harper, J. L. és Townsend, C. R.: *Ecology*. Individuals, Populations and Communities. Second edition. Blackwell Scientific publications, 1990.
- Dévai, Gy., Juhász-Nagy, P. és Dévai, I.: A vízminőség fogalomrendszerének egy átfogó koncepciója. 2. rész: A hidrobiológia és a biológiai vízminőség fogalomkörének értelmezése. *Acta biologica debrecina, Suppl. oecol. hung.*, 1992. 4: 29–47.
- Dévai, Gy. (ed.): *A vízi és a vizes élőhelyek természetvédelmének ökológiai alapjai*. 38 p. KLTE Ökológiai Tánszéke, Élővilágvédelmi és Konzervációökológiai Részleg, Debrecen, 1998.

- Dunning, J. B., Danielson, B. J., Pulliam, H. R.: Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos* 65, 1992. 169–175.
- Felföldy L.: *A vizek környezettana. Általános hidrobiológia.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1981. P. 290.
- Hobbs, R. J., Huenneke, L. F.: Disturbance, Diversity, and Invasion: Implications for Conservation. *Conservation Biology* 6, 1992. 324–337.
- Johnstone, I. M.: Plant invasion windows: a time-based classification of invasion potential. *Biological Reviews* 61, 1986. 369–394.
- Junk, W. J.: Ecology of floodplains – A challenge for tropical limnology. – In: Schiemer, F., and Boland, K. T. (ed): *Perspectives in tropical limnology.* SPB Academic Publishing, Amsterdam, 1996. 25–265.
- Kovács-Láng, E., Fekete, G., Molnár, Zs.: Mintázat, folyamat, skála: hosszútávú ökológiai kutatások a Kiskunságban. In: Fekete, G. (szerk.): *A közösségi ökológia frontvonalai.* Scientia, Budapest, 1998. 209–224.
- Lack, D.: *The numbers of bird species on islands.* Bird Study 16, 1969. 193–209.
- Lack, D.: *Island Birds.* Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1976.
- Molnár V., A., Pfeiffer, N.: *Adatok a hazai Nanocyperion-fajok ismeretéhez II.* Iszapnövényzet-kutatás az ár- és belvizek évében Magyarországon. Kitaibelia. IV. 2. 1999. 391–421.
- Simon, T.: *A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok – virágos növények.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.
- Turner, M. G.: Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20, 1989. 171–197.
- Weller, M. W.: Management of freshwater marshes for wildlife. In: Good, R.E., Whigham, D. F., Simpson (eds.): *Freshwater wetlands: ecological processes and management potential.* Academic Press, New York, New York, USA, 1978.

Globális és nemzeti érdek

A demokrácia intézményrendszere

A magyar agrár gazdaság helyzete és kilátásai

Sarkany Tamás: Rendszerváltás és a privatizáció kérdései

Az agrártermelés tudományos alapozása

Egészségügy, orvosi társadalom

Egészségügy és piacgazdaság

Biotechnológia – lépestartás Európával

Környezeti politika és uniós csatlakozás

Termelés, piac, természeti környezet

Lusznici Ágnes: Utak és kitérők az egészségügyben

Budapest – nemzetközi város

A cigánok Magyarországon

Minőség és agrárstratégia

A magyar nyelv az informatika korában

A DNTÜ és a magyar politika

Magyarország településkörnyezete

Bp. 2000. 496 oldal, ára: 950 Ft

Az információs társadalom

Bp. 2000. 244 oldal, ára: 700 Ft

Területfejlesztés és közigazgatás-szervezés

Bp. 2000. 245 oldal, ára: 700 Ft

Közlekedési rendszerek és infrastruktúráik

Bp. 2000. 245 oldal, ára: 700 Ft

A cigánok Magyarországon

Előtanulmányok Bp. 2001. 270 oldal, ára: 700 Ft

Egészségügy Magyarországon

Bp. 2001. 306 oldal, ára: 920 Ft

Bajda György: Energiapolitika

Bp. 2001. 325 oldal, ára: 950 Ft

Balázs Géza: Nyelustratégia

Bp. 2001. 268 oldal, ára: 700 Ft

Magyarországi kutatóhelyek I-III. kötet

Bp. 2002. 908 oldal, ára: 2140 Ft

A hazai vizgazdálkodás stratégiai kérdései

Bp. 2002. 402 oldal, ára: 1000 Ft

Borhidi Attila: Gaia zöld ruhája

Bp. 2002. 331 oldal, ára: 1950 Ft

A magyarországi Duna völgy területfejlesztési kérdései I-II. kötet

Bp. 2001. 268 oldal, ára: 700 Ft

Információs társadalom és jogrendszer

Bp. 2002. 343 oldal, ára: 1490 Ft

Területfejlesztés, rendszerváltás és az Alföld

Bp. 2002. 235 oldal, ára: 920 Ft

Esikós Nagy Béla: Gazdaság a globalizálódó világban I-II. kötet

Bp. 2002. 680 oldal, ára: 2500 Ft

Ára: 2600 Ft

